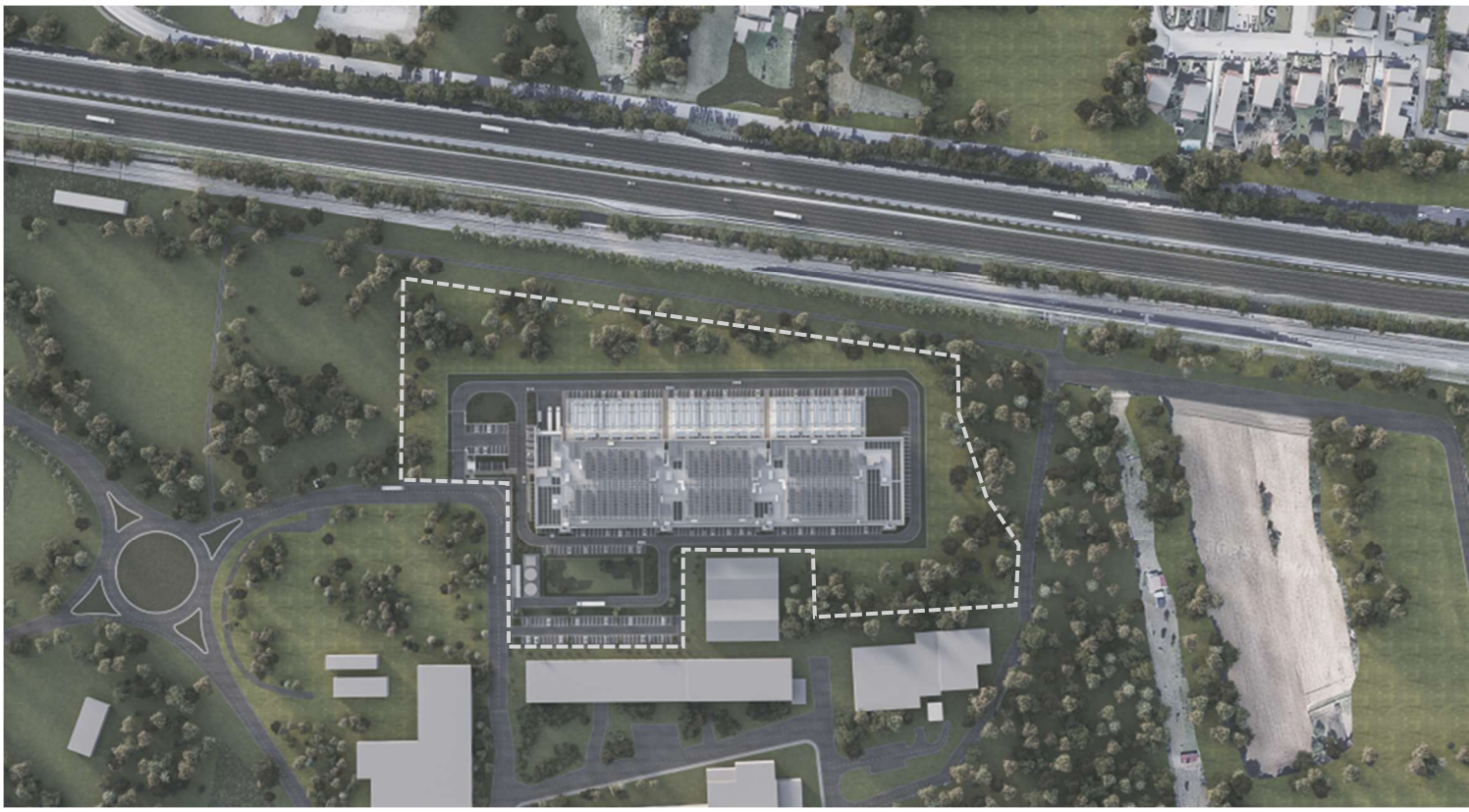
HSMXP1 – Campus Sedriano

hscale

Progetto per un nuovo Data Center in via Luigi Galvani a Sedriano, MI, Italy



HSMXP1SDR_SIA06

TITOLO DEL DOCUMENTO:

Relazione Geologica-geotecnica e sismica

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale per l'installazione di gruppi elettrogeni di emergenza con potenza maggiore di 150 MWt

D.Lgs 152/2006, Titolo III.

D.Lgs 152/2006, art. 2, Allegato II, alla parte seconda – progetti di competenza statale.

DATA:

8 maggio 2026

NOME FILE:

HSMXP1SDR_SIA06_Relazione Geologica-geotecnica e sismica.pdf

AUTORE:

GEOARBOR – Geol. Carlo Leoni

FIRMA DIGITALE:

Geol. Carlo Leoni

Iscritto all' Ordine Dei Geologi della Lombardia – n° 776 AP sezione A

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
LEONI CARLO DANIELE geologo specialista Albo n. 776 AP sezione A

CARLO DANIELE LEONI
20.05.2026
11:19:36
GMT+02:00

PROGETTO:	HS MXP1 SDR
INDIRIZZO:	Via Luigi Galvani S/N, Sedriano, MI, Italy
TITOLO DOCUMENTO:	Relazione Geologica-geotecnica e sismica
DESCRIZIONE	Relazione Geologica-geotecnica e sismica
IDENTIFICATORE:	HSMXP1SDR_SIA06_Relazione Geologica-geotecnica e sismica
AUTORE:	GEOARBOR – Geol. Carlo Leoni
DATA:	08/05/2026
REVISIONE:	REV.00
CARTELLA VIA:	

PROPONENTE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
PROPRIETÀ DELLE AREE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
SVILUPPATORE:	**HSCALE**

Lombardini22 Spa
Via Lombardini 22
20143, Milano
+39 02 36596200
lombardini22@legalmail.it
www.lombardini22.com
Azienda certificata ISO 9001:201
Certif. n. 50 100 8319 da TUV Italia

Studio Tecnico Castelli s.r.l.
Via prof. Monteggia 38
21014 – Laveno Mombello (VA)
+39 0332 651693
info@pec.studiotecnicocastelli.eu
www.studiotecnicocastelli.eu

Black & White Engineering
Office No. 1801
Marina Plaza
Dubai Marina
PO Box 27793
+971 4 365 2228
www.bw-engineering.com

© Il presente documento è di proprietà esclusiva. è vietata la riproduzione o comunicazione a terzi del contenuto senza preventiva autorizzazione.

Studio professionale
Dr. **GEOLOGO** Carlo Daniele Leoni
C.F. **LNECLD59T23F205Z**
P.IVA **06708220964**

GeoArbor studio

Iscrizione N° 776 all'Albo dell'**Ordine dei Geologi** della **Regione Lombardia**

Rif. Geo **L3712_REV.4**

Comune di Sedriano

Città Metropolitana di Milano

Via Galvani

COMMITTENTE: MINERVA ITALY SERVICES S.R.L.

Progetto di realizzazione di un nuovo Data Center

Relazione geologica e sismica (R1+R3)

(ai sensi del D.M. 17-01-2018 e della DGR IX 2616/2011)

Con recepimento della richiesta di documentazione integrativa formulata dalla Sottocommissione VIA con nota prot. MASE 2026-0039932 del 23 febbraio 2026

Vaprio D'Adda, 29/04/2026

Dott. Geol. Carlo Leoni

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
LEONI CARLO DANIELE geologo specialista Albo n. 776 AP sezione A

Vermeer, Il Geografo - 1668

Geologia	Pianificazione territoriale	Ingegneria naturalistica
Geotecnica	Cave, discariche	Pozzi
Idrogeologia	Ripristini ambientali	Rilievi topografici e GPS
Indagini ambientali	Indagini geognostiche	Bonifiche

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

SOMMARIO

1. Premessa 4

2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine 8

2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico 8

2.2. Inquadramento idrogeologico 9

3. Indagini eseguite 13

3.1. Prove geotecniche 15
3.1.1 Sondaggi a carotaggio continuo (eseguite da Singea s.r.l.) 15
3.1.2 Prove penetrometriche standard SPT (eseguite da Singea s.r.l.) 17
3.1.3 Prove Penetrometriche Scpt 22
3.1.4 Prove Di Permeabilità Tipo Lefranc (Eseguite Da Singea S.R.L.) 24
3.1.5 Prove Di Permeabilità Con Infiltrometro Ad Anello Singolo 27

3.2 Prospezioni Geofisiche 30
3.2.1 Prospezione Sismica Con Metodo Down-Hole (eseguite da Singea s.r.l.) 30
3.2.2 Indagine sismica con metodologia MASW 40
3.2.3 Indagine geoelettrica polo - dipolo 45

3.3. Indagini geotecniche di laboratorio 52
3.3.1 Analisi granulometrica della frazione grossolana per setacciatura 52
3.3.2 Analisi granulometrica della frazione fine per sedimentazione 52

4. Modello geotecnico del sottosuolo e scelta dei parametri caratteristici del terreno 54

5. Analisi dell'azione sismica 64

6. Verifica alla liquefazione 70

7. Pericolosità Sismica Locale ai sensi della DGR n. IX/2616 71

7.1. Analisi sismica di primo livello 71

7.2. Analisi sismica di secondo livello 72

8. Verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011 79

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Allegati:

- *Ubicazione delle indagini eseguite;*
- *Sezioni geotecniche;*

Indagini aprile 2025 (Singea s.r.l.)

- *Sondaggi a carotaggio continuo (S1-S7-S DH1-S DH2): stratigrafie e documentazione fotografica;*
- *Risultati prove Lefranc eseguite in foro di sondaggio*
- *Prospezioni sismiche in foro con metodologia Down Hole (S-DH1, S-DH2)*

Indagini aprile 2025 (Geoarbor)

- *Tabulati e grafici prove penetrometriche dinamiche (da P1 a P20);*
- *Risultanze* prove di permeabilità con infiltrometro ad anello
- Risultanze acquisizioni di sismica MASW.
- *Elaborazione sezioni geoelettriche eseguite con metodologia polo-dipolo (ERT1-ERT6)*

Indagini aprile 2025 (Geodrill Srl)

- *Tabulati analisi granulometriche*

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

1. *Premessa*

Su incarico della ditta **MINERVA ITALY SERVICES S.R.L.**, nel mese di aprile 2025, è stata eseguita una campagna d'indagine geognostica, finalizzata alla caratterizzazione del sottosuolo dell'area in via Galvani nel comune di Sedriano (MI), nell'ambito della realizzazione di un Data Center.

Il presente elaborato viene inoltre integrato dalle risposte tecniche ai punti 5.1, 5.2, 5.4, 5.6, 5.7 e 5.12 della richiesta di documentazione integrativa formulata dalla Sottocommissione VIA con nota prot. MASE 2026-0039932 del 23 febbraio 2026, relativi alla campagna di caratterizzazione geotecnica del sito, alle prove di laboratorio, al modello stratigrafico-geotecnico a scala fondazionale e agli impatti sulla sottrazione di suolo agricolo.

Fig.1: Inquadramento corografico dell'area di intervento (fonte: Google Earth)

La presente relazione geologica viene redatta ai sensi del **D.M. 17/01/2018 - NTC2018 (relazione geologica R1)** e ai sensi della **DGR 2616/2011 (relazione geologica R3).**

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

La prima (ai sensi delle **NTC 2018 – D.M. 17/01/2018**) è finalizzata a ricostruire il modello geologico necessario all'estensore della relazione geotecnica per poter estendere i risultati delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche a tutto il volume significativo coinvolto dalla costruzione, nonché ad approfondire eventuali ulteriori criticità che il geologo dovesse aver riscontrato in sito oltre a quelle segnalate nel PGT.

La seconda (ai sensi della **DGR 2616/2011**) è finalizzata a verificare la fattibilità dell'intervento proposto sviluppando le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche nonché le verifiche richieste dalle norme di attuazione del PGT per la specifica classe di fattibilità geologica e per la specifica classe di pericolosità sismica che l'estensore dello studio geologico del PGT ha attribuito all'area dove ricade l'intervento, indicando eventuali opere di mitigazione del rischio che si dovranno realizzare per rendere fattibile l'opera.

Durante lo studio di progetto ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le costruzioni" dovrà essere presentata idonea relazione geotecnica (R2) contenente i calcoli di stabilità dell'opera e firmata da tecnico abilitato; i risultati delle prove geotecniche eseguite e il modello geotecnico del terreno vengono forniti nel presente elaborato.

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo sono state svolte nel mese di aprile 2025, dalla ditta Singea s.r.l., le seguenti indagini:

- n.2 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c.;
- n.5 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c., attrezzati con piezometro Norton in PVC ø3" di lunghezza pari a 20.00 m;
- n.2 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c., attrezzati con tubazione cieca in PVC ø3" di lunghezza pari a 30.00 m;
- n.36 prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT;
- n.12 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc.

Sono state inoltre svolte in autonomia:

- n. 20 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT
- n.3 prove di permeabilità con infiltrometro ad anello

<u>Per la caratterizzazione geofisica del sottosuolo, sono state svolte le seguenti indagini:</u>

- n.2 prospezioni sismiche in foro con metodologia Down Hole, con passo di acquisizione pari a 1.00 m, di lunghezza totale pari a 30.00 m.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

- n.2 prove sismiche con la metodologia MASW, con passo di acquisizione pari a 2.00 m, di lunghezza totale pari a 48.00 m.
- n. 6 stendimenti elettrodici con la metodologia polo-dipolo, con passo variabile.

Come superficie di riferimento (0.0 RIF.) a cui rapportare tutte le quote riportate di seguito è stato scelto il piano campagna sul quale sono state eseguite le prove.

Indagini geotecniche di laboratorio

- n.3 analisi granulometriche

Sulla base dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003, il territorio comunale di **Sedriano è stato classificato come ZONA 4**. In riferimento a quest'ultima normativa, sulla base delle indagini sismiche eseguite nell'aprile 2025, è possibile attribuire ai terreni indagati il profilo stratigrafico del **suolo di fondazione di "tipo C"**.

Nello specifico la relazione viene così articolata:

- ✓ definizione delle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali;
- ✓ definizione del modello geotecnico del sottosuolo e parametrizzazione dei terreni;
- ✓ valutazione degli effetti sismici di sito e definizione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- ✓ valutazione della capacità portante dei terreni;
- ✓ verifica dei cedimenti fondazionali;
- ✓ Valutazione della permeabilità dei terreni;
- ✓ verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ D.M. 14 Gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni
- ✓ CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003
- ✓ Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- ✓ Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

- ✓ D.G.R. n. 2616/2011 criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale
- ✓ D.G.R. n. 2129/14 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia. Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche
- ✓ LR 33/15 Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche. Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.G.R. n. 5001/16 Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.M. 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- ✓ CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU n. 42 del 20-2-2018

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine

2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico

Nel territorio di Sedriano tutte le unità geologiche di superficie e del primo sottosuolo sono costituite da sedimenti clastici grossolani (ghiaioso-sabbiosi e sabbioso ghiaiosi), d'origine fluvioglaciale e alluvionale.

L'Allogruppo di Besnate è costituito esclusivamente da depositi fluvioglaciali, caratterizzati da profili d'alterazione moderatamente evoluti, che strutturano il territorio del Comune di Sedriano. La litologia è, nell'ambito del territorio in esame, piuttosto omogenea e risulta costituito da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa o sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate; clasti da arrotondati a subarrotondati, in prevalenza centimetrici, a petrografia poligenica (depositi fluvioglaciali).

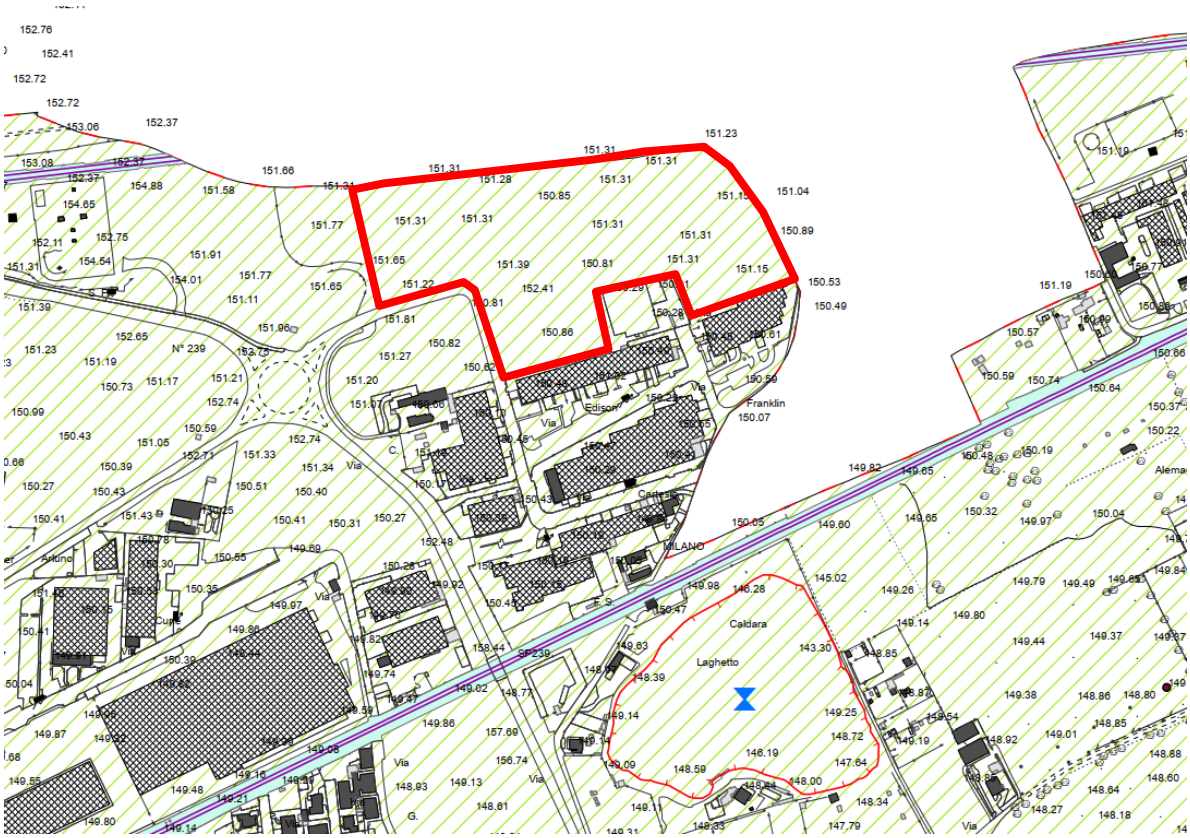


Fig.2 - Stralcio della carta geologica allegata al PGT comunale (in rosso l'area in esame)

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

2.2. Inquadramento idrogeologico

L'analisi della situazione idrogeologica relativamente l'acquifero freatico ha consentito di osservare che, nell'area in esame, le curve isopiezometriche presentano una direzione di flusso della falda verso sud-est (vedi in fig. 3 l'estratto della carta idrogeologica allegata al PGT di Arluno).

Dall'interpolazione delle quote piezometriche con quelle topografiche la soggiacenza media della superficie freatica è stata valutata ad una profondità di circa 8 m dal p.c.

Tale valore viene confermato dalle misure dirette eseguite in corrispondenza dei piezometri realizzati:

SINTESI MISURE FREATIMETRICHE			
PIEZOMETRO	DATA	SOGGIACENZA (m da p.c.)	SOGGIACENZA (m da t.t)
S2-PZ	02-04-2025	7.63	7.93
S4-PZ	14-04-2025	7.54	7.84
S5-PZ	10-04-2025	7.49	7.89
S6-PZ	14-04-2025	7.63	7.93
S7-PZ	21-04-2025	7.52	7.82
S2-PZ	10-03-2026	8.40	8.70
S4-PZ	10-03-2026	8.47	8.77
S5-PZ	10-03-2026	8.34	8.74
S6-PZ	10-03-2026	8.48	8.78

La caratterizzazione idrogeologica è stata condotta integrando i dati del PGT (aggiornati fino al 2014) e dell'archivio provinciale con i rilievi diretti effettuati ad aprile 2025 e marzo 2026. Tali misurazioni indicano una soggiacenza media della falda freatica di circa -8 m dal p.c., con potenziale risalita fino a circa -7 m dal p.c..

Il programma di monitoraggio piezometrico previsto consentirà di acquisire dati sito-specifici più accurati, ma allo stato attuale la valutazione rimane vincolata agli elementi sopra descritti.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

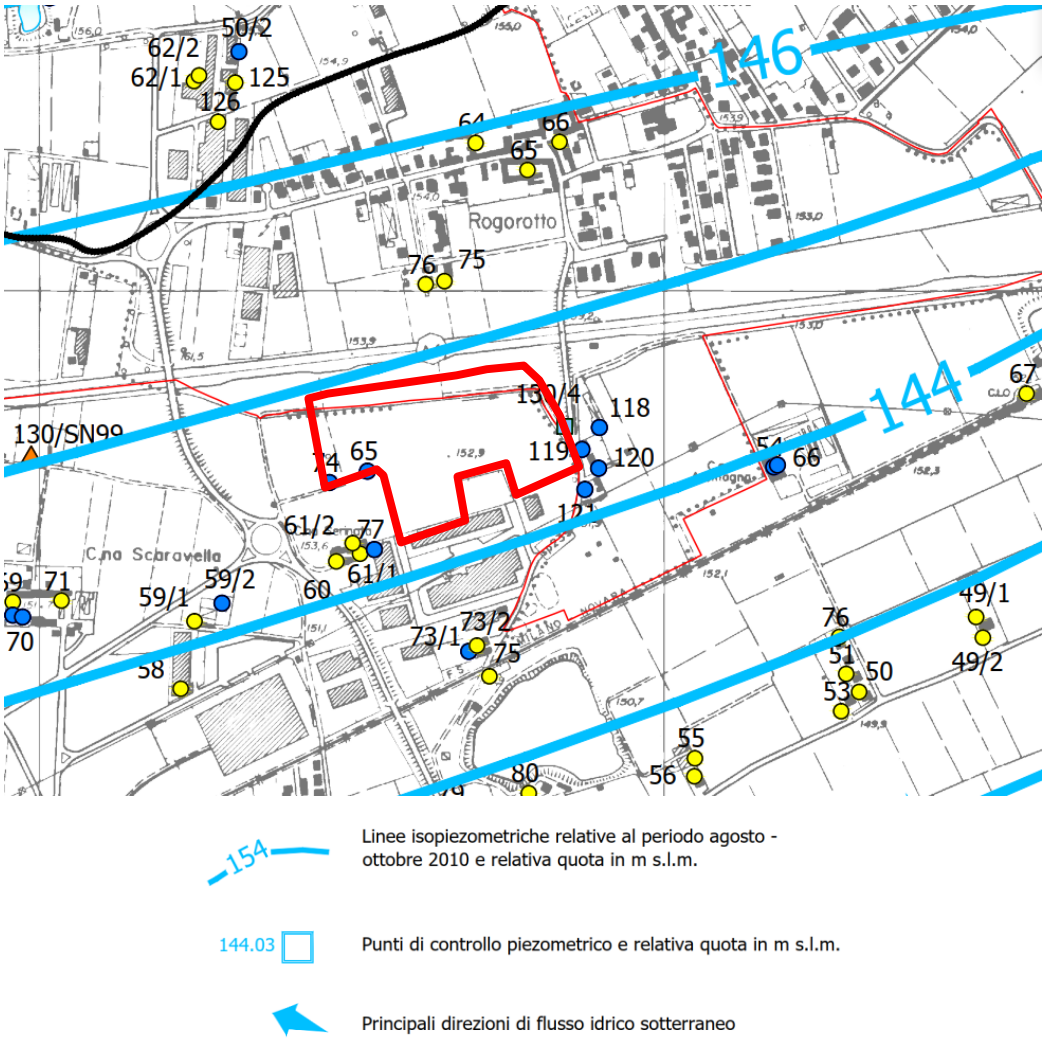


Fig.3 - Stralcio della carta idrogeologica allegata al PGT di Arluno (in rosso l'area in esame)

N.B. La presente nota costituisce risposta tecnica al punto 5.12 della richiesta di documentazione integrativa formulata dalla Sottocommissione VIA con nota prot. MASE 2026-0039932 del 23 febbraio 2026, relativo agli impatti sulla sottrazione di suolo agricolo.

Punto 5.12 — Impatti sulla sottrazione di suolo agricolo e sulla ricarica della falda

La Sottocommissione richiede un'analisi degli impatti derivanti dalla sottrazione di suolo agricolo all'uso irriguo, in relazione al contributo idrico che le pratiche irrigue forniscono alla ricarica delle falde acquifere della Pianura Padana, anche in condizioni di siccità estiva.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Contesto idrogeologico locale e meccanismi di ricarica della falda

Il sito di progetto è ubicato nel Comune di Sedriano (MI), nel settore occidentale della Pianura Padana, caratterizzato da un acquifero freatico superficiale ospitato nei depositi ghiaioso-sabbiosi olocenici. In tale contesto, la ricarica della falda avviene attraverso molteplici meccanismi concorrenti, tra cui: le precipitazioni dirette, la dispersione dai corsi d'acqua superficiali (in particolare dal Fiume Olona e dal reticolo irriguo consortile), e — in misura variabile — la percolazione dalle superfici agricole irrigate.

Occorre tuttavia precisare che, nella specifica area di localizzazione del progetto, la ricarica per infiltrazione irrigua presenta un'efficacia limitata rispetto ad altri settori della Pianura Padana, in quanto: (i) la soggiacenza della falda freatica è relativamente elevata (circa 7–8 m dal piano campagna, come risulta dai dati piezometrici delle indagini eseguite), il che riduce la connessione idraulica diretta tra la superficie del suolo e la zona satura; (ii) la litologia superficiale, prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con elevata permeabilità, favorisce un drenaggio rapido ma con percorsi preferenziali che limitano la ritenzione idrica nel suolo agricolo; (iii) le colture prevalentemente seminative dell'area richiedono apporti irrigui modesti rispetto alle colture foraggere o risicole tipiche di contesti con maggiore dipendenza dalla falda.

Entità e rilevanza della sottrazione di suolo

La superficie oggetto di impermeabilizzazione è quella necessaria alla realizzazione del Data Center e delle infrastrutture di pertinenza. In termini di contributo alla ricarica della falda, l'impatto effettivo della trasformazione è quantitativamente trascurabile rispetto all'entità complessiva del bacino di alimentazione della falda locale, che si estende su decine di chilometri quadrati e comprende aree agricole, corsi d'acqua e superfici permeabili di ben altra estensione.

Ai fini della stima dell'impatto idrogeologico, si evidenzia che la variazione del volume di ricarica attribuibile all'area di progetto — considerando un coefficiente di infiltrazione efficace per terreni ghiaiosi in contesto agricolo convenzionale dell'ordine del 15–25% delle precipitazioni e degli apporti irrigui — risulta di entità tale da non determinare effetti significativi né sul bilancio idrogeologico locale, né sulla disponibilità quantitativa della risorsa idrica sotterranea, anche in scenari di siccità prolungata.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Misure di mitigazione e compensazione idrologica

Il progetto prevede l'adozione di specifiche misure tecniche volte a mitigare l'impatto dell'impermeabilizzazione sul ciclo idrologico locale. In particolare, il sistema di gestione delle acque meteoriche includerà vasche di laminazione e/o bacini di infiltrazione dimensionati in conformità alla normativa regionale vigente, con l'obiettivo di garantire che le portate scaricate nel recettore superficiale non superino quelle pre-intervento e/o che una quota significativa delle acque meteoriche venga restituita al sottosuolo mediante infiltrazione controllata.

Tali dispositivi di infiltrazione, collocati in aree permeabili del lotto non impermeabilizzate, consentono di compensare parzialmente la riduzione dell'infiltrazione diretta determinata dalla copertura degli edifici e dei piazzali, mantenendo — in termini di bilancio idrogeologico — un apporto alla falda non dissimile da quello pre-trasformazione.

Sintesi valutativa

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, si ritiene che l'impatto del progetto sulla ricarica della falda freatica, derivante dalla sottrazione di suolo all'uso agricolo, sia da classificare come non significativo, per le seguenti ragioni:

- L'apporto irriguo alla falda nell'area specifica è limitato dalla soggiacenza elevata e dalla litologia permeabile, che riducono l'efficienza della ricarica per infiltrazione superficiale;
- L'estensione dell'area impermeabilizzata è trascurabile rispetto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento;
- Il progetto adotta sistemi di gestione delle acque meteoriche con infiltrazione controllata in conformità alla normativa regionale, compensando il deficit di ricarica diretta;

Non si prevede alcuna modifica ai prelievi dalla falda né alla rete di distribuzione irrigua consortile esistente nell'intorno del sito, per cui la resilienza idrologica del territorio circostante rimane invariata anche in condizioni di siccità estiva.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3. *Indagini eseguite*

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica del sottosuolo sono state svolte nel mese di aprile 2025, dalla ditta Singea s.r.l., le seguenti indagini:

- n.2 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c.;
- n.5 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c., attrezzati con piezometro Norton in PVC ø3" di lunghezza pari a 20.00 m;
- n.2 sondaggi verticali, eseguiti a carotaggio continuo, spinti sino a profondità pari a -30.00 m da p.c., attrezzati con tubazione cieca in PVC ø3" di lunghezza pari a 30.00 m;
- n.36 prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT;
- n.12 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc.

Sono state inoltre svolte in autonomia:

- n. 20 prove penetrometriche dinamiche di tipo SCPT
- n.3 prove di permeabilità con infiltrometro ad anello

<u>Per la caratterizzazione geofisica del sottosuolo, sono state svolte le seguenti indagini:</u>

- n.2 prospezioni sismiche in foro con metodologia Down Hole, con passo di acquisizione pari a 1.00 m, di lunghezza totale pari a 30.00 m.
- n.2 prove sismiche con la metodologia MASW, con passo di acquisizione pari a 2.00 m, di lunghezza totale pari a 48.00 m.
- n. 6 stendimenti elettrodici con la metodologia polo-dipolo, con passo di acquisizione variabile

<u>Prove di laboratorio</u>

- n. 3 analisi granulometriche

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Di seguito si riporta l'ubicazione di tutte le indagini geognostiche.

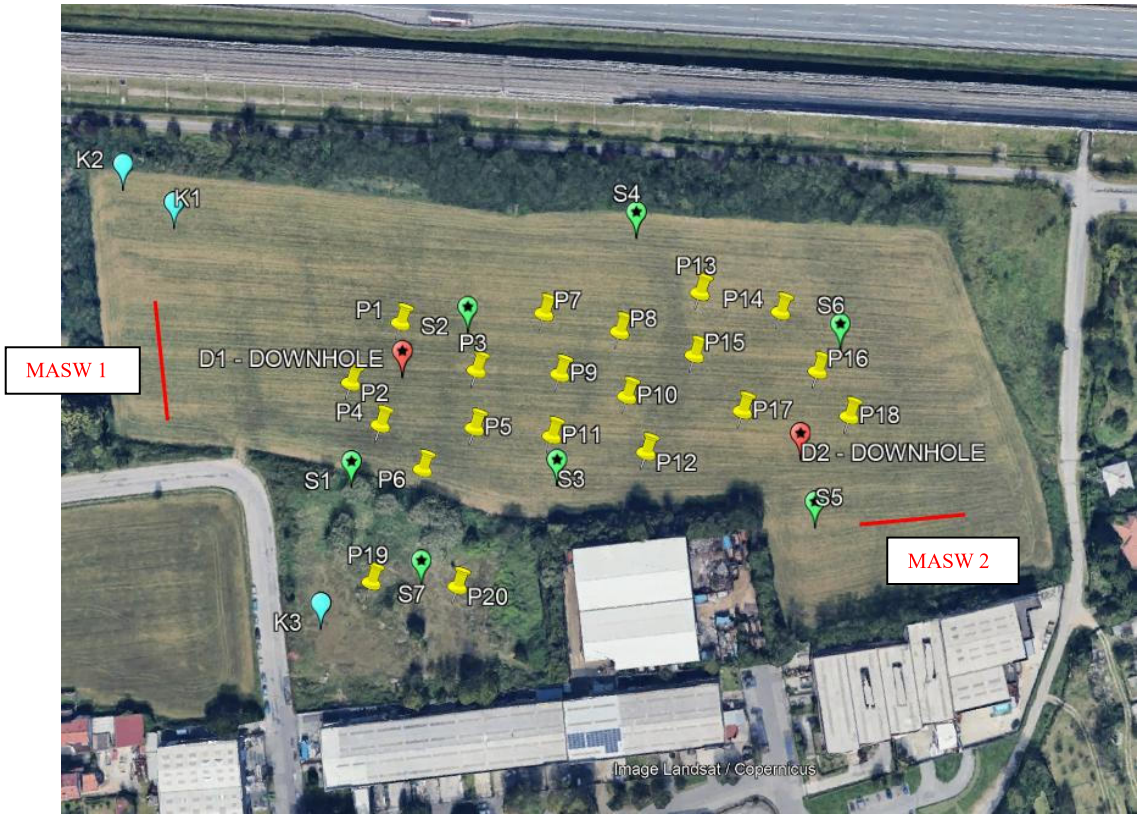


Fig. 4a – Ubicazione indagini geognostiche su planimetria dello stato di fatto

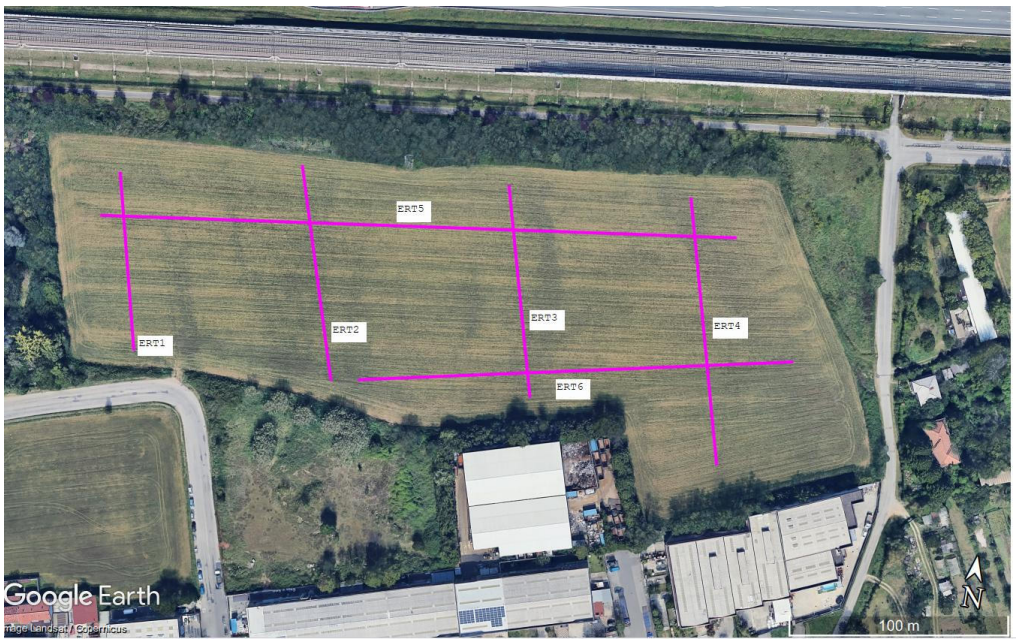


Fig. 4b – Ubicazione indagini geognostiche su planimetria dello stato di fatto

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.1. Prove geotecniche

3.1.1 Sondaggi a carotaggio continuo (eseguite da Singea s.r.l.)

Le perforazioni, condotte secondo quanto prescritto nelle raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (A.G.I., 1977), sono state eseguite con sonda a rotazione autocarrata modello Geomarc GM600C.

La rotazione è fornita da mandrino montato nella parte superiore dell'antenna, il tiro e la spinta sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena; la morsa è di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico. Il controllo della verticalità è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone, con controllo tramite livella a bolla posta nella parte posteriore.

Gli utensili utilizzati per l'avanzamento delle perforazioni sono:

- Aste di perforazione con filettatura tronco conica APIR 2"3/8 ø EST=76 mm, L=1.50÷3.00 m;
- Valvola a sfera a tenuta d'acqua con aperture di scarico, a filettatura tronco conica APIR 2"3/8 ø EST=76 mm, L=0.50 m;
- Tubi di rivestimento ø EST=127 mm, L=1.50 m;
- Carotiere semplice tipo T1, ø EST=101, L=1.50÷3.00 m;
- Pompa triplex dotata di smorzatore di pulsazioni pneumatico, con pressione di iniezione massima pari a 40 bar a e portata massima pari a 200 l/min;
- Corone e scarpe a inserti in carburo di tungsteno.

Le perforazioni sono state eseguite completamente a secco, il fluido di circolazione, costituito da acqua additivata con polimero biodegradabile, è stato utilizzato unicamente per le fasi di posa delle tubazioni di rivestimento provvisorio, e comunque solo dopo aver superato la profondità di prelievo dei campioni ambientali.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5.00 m), ognuna siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio, l'intervallo di profondità, la profondità di prelievo dei campioni, il committente e la data di perforazione.

Le cassette catalogatrici, una volta riempite, sono state fotografate e descritte (secondo quanto prescritto dalle Raccomandazioni A.G.I.) da geologo abilitato.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono allegate alla presente, di cui costituiscono parte integrante.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riassunte le caratteristiche delle indagini eseguite.

CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE INSTALLATE					
SONDAGGIO	STRUMENTAZIONE INSTALLATA		RIEMPIMENTO INTERCAPEDINE		TESTA TUBAZIONE
	PROFONDITA' (m da p.c.)	TIPOLOGIA	PROFONDITA' (m da p.c.)	TIPOLOGIA	
S1	-	-	0.00÷30.00	Materiale di risulta della perforazione additivato con bentonite idrorigonfiante in pellet ø10 mm	-
S2-PZ	0.00÷9.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷7.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con lucchetto
			7.50÷8.50	Bentonite idrorigonfiante in pellet ø10 mm	
	9.00÷20.00	Tubazione in PVC ø3" fessurata	8.50÷30.00	Ghiaietto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S3	-	-	0.00÷30.00	Materiale di risulta della perforazione additivato con bentonite idrorigonfiante in pellet ø10 mm	-
S4-PZ	0.00÷9.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷7.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con lucchetto
			7.50÷8.50	Bentonite idrorigonfiante in pellets ø20 mm	
	9.00÷20.00	Tubazione in PVC ø3" fessurata	8.50÷30.00	Ghiaietto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S5-PZ	0.00÷9.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷7.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con lucchetto
			7.50÷8.50	Bentonite idrorigonfiante in pellets ø20 mm	
	9.00÷20.00	Tubazione in PVC ø3" fessurata	8.50÷30.00	Ghiaietto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S6-PZ	0.00÷9.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷7.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con lucchetto
			7.50÷8.50	Bentonite idrorigonfiante in pellets ø20 mm	
	9.00÷20.00	Tubazione in PVC ø3" fessurata	8.50÷30.00	Ghiaietto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S7-PZ	0.00÷9.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷7.50	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con lucchetto
			7.50÷8.50	Bentonite idrorigonfiante in pellets ø20 mm	
	9.00÷20.00	Tubazione in PVC ø3" fessurata	8.50÷30.00	Ghiaietto siliceo lavato e selezionato ø2.0-3.5 mm	
S-DH1	0.00÷30.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷30.00	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con
S-DH2	0.00÷30.00	Tubazione in PVC ø3" cieca	0.00÷30.00	Miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1/1	Chiusino metallico fuoriterra con predisposizione per chiusura con

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.1.2 Prove penetrometriche standard SPT (eseguite da Singea s.r.l.)

Le prove penetrometriche dinamiche tipo SPT sono state eseguite in avanzamento dei sondaggi alle profondità indicate dalla Committenza, secondo le modalità esecutive proposte dall'A.G.I. e in accordo con le normative ASTM 1586 e UNI EN ISO 22476-3:2012.

La prova consiste nell'infissione a percussione nel terreno, secondo una procedura standard, di un campionatore posto a fondo foro per tre tratti di lunghezza pari a 150 mm; durante la prova viene registrato il numero di colpi necessario all'attraversamento dei tre tratti di lunghezza pari a 150 mm (N1, N2 e N3).

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova è la seguente:

- Dispositivo di battitura con maglio a sganciamento automatico tipo Plicon-Nenzi (63.50 kg), con
- caduta libera da H=76 cm e testa di battuta in acciaio;
- Aste di collegamento fra testa di battuta e campionatore Raymond L=3.00 m, øEST=50 mm, giunte
- a nipplo m/m;
- Valvola a sfera a tenuta d'acqua con aperture di scarico, øEST=50 mm;
- Campionatore Raymond, apribile longitudinalmente, a punta chiusa e/o aperta (øINT=35 mm);

Tutte le prove sono state eseguite previa verifica dell'effettiva profondità raggiunta dalla perforazione mediante scandaglio graduato e di eventuale manovra di pulizia del foro mediante carotiere.

Nel caso di fenomeni di instabilità delle pareti del foro, si è proceduto con l'avanzamento della colonna di rivestimento fino a circa 20-50 cm al di sopra del fondo foro, al fine di minimizzare il disturbo del terreno naturale.
Una volta calata l'attrezzatura in foro, si procede all'infissione del campionatore nel terreno, annotando in numero di colpi necessari al superamento dei tre tratti di lunghezza 150 mm.

Il numero di colpi NSPT è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

terreno; i valori riferiti al primo tratto da 150 mm (N1, infissione preliminare), generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno parzialmente disturbato dalla perforazione.

Quando il numero di colpi necessari al superamento del primo tratto da 15 cm superi 50 o nel caso che il numero di colpi necessario al superamento del secondo e del terzo tratto da 15 cm superi 100, la prova è considerata a rifiuto, e si annota la profondità di infissione del campionatore relativo a 50 colpi (nei primi 150 mm) o a 100 colpi (nel secondo e terzo livello, 300 mm).

Nei sondaggi oggetto del presente documento, le prove SPT sono state effettuate con campionatore Raymond a punta aperta e a punta chiusa, in funzione delle caratteristiche granulometriche dei depositi interessati dalle indagini.

Nelle tabelle successiva sono sinteticamente riportati i valori misurati durante l'esecuzione delle prove S.P.T. e i valori normalizzati ricavati.

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S1							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S1	SPT-01	3.00÷3.45	Punta chiusa	7-13-21	34	29	39
	SPT-02	6.00÷6.45	Punta chiusa	27-39-47	86	82	78
	SPT-03	9.00÷9.45	Punta chiusa	24-33-44	77	77	61
	SPT-04	12.00÷12.45	Punta chiusa	29-36-45	81	81	59

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S1-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S2-PZ							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S2-PZ	SPT-01	3.00÷3.45	Punta chiusa	27-39-45	84	71	96
	SPT-02	6.00÷6.45	Punta chiusa	43-49-50/6cm	Rifiuto	95	91
	SPT-03	12.00÷12.45	Punta chiusa	24-32-37	69	69	51
	SPT-04	15.00÷15.45	Punta chiusa	29-35-43	78	78	54

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S2-PZ-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S3							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S3	SPT-01	1.50÷1.95	Punta chiusa	5-11-13	24	18	31
	SPT-02	3.00÷3.45	Punta chiusa	14-15-12	27	23	31
	SPT-03	4.50÷4.95	Punta chiusa	14-19-23	42	36	39
	SPT-04	6.00÷6.45	Punta chiusa	19-27-34	61	58	55

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S3-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S4-PZ							
SIGLA SONDAGGIO	**SIGLA PROVA SPT**	**PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)**	**CAMPIONAT. UTILIZZATO**	**NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)**	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S4-PZ	SPT-01	3.00÷3.45	Punta chiusa	27-38-50/3cm	Rifiuto	85	100
	SPT-02	6.00÷6.45	Punta chiusa	19-28-39	67	64	61
	SPT-03	9.00÷9.45	Punta chiusa	17-25-33	58	58	47
	SPT-04	12.00÷12.45	Punta chiusa	16-25-32	57	57	43

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S5-PZ							
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S5-PZ	SPT-01	6.00÷6.45	Punta chiusa	18-29-43	72	68	65
	SPT-02	9.00÷9.45	Punta chiusa	4-12-20	32	32	26
	SPT-03	12.00÷12.45	Punta chiusa	9-11-18	29	29	22
	SPT-04	15.00÷15.45	Punta chiusa	21-33-42	75	75	52

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S5-PZ-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S6-PZ							
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S6-PZ	SPT-01	1.50÷1.95	Punta chiusa	4-7-12	19	14	24
	SPT-02	3.00÷3.45	Punta chiusa	11-19-34	53	45	61
	SPT-03	4.50÷4.95	Punta chiusa	9-18-29	47	40	44
	SPT-04	6.00÷6.45	Punta chiusa	11-22-33	55	52	50

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S6-PZ-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S7-PZ							
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S7-PZ	SPT-01	6.00÷6.45	Punta chiusa	9-16-23	39	37	35
	SPT-02	9.00÷9.45	Punta chiusa	12-19-25	44	44	36
	SPT-03	12.00÷12.45	Punta chiusa	9-13-19	32	32	24
	SPT-04	15.00÷15.45	Punta chiusa	14-21-32	53	53	37

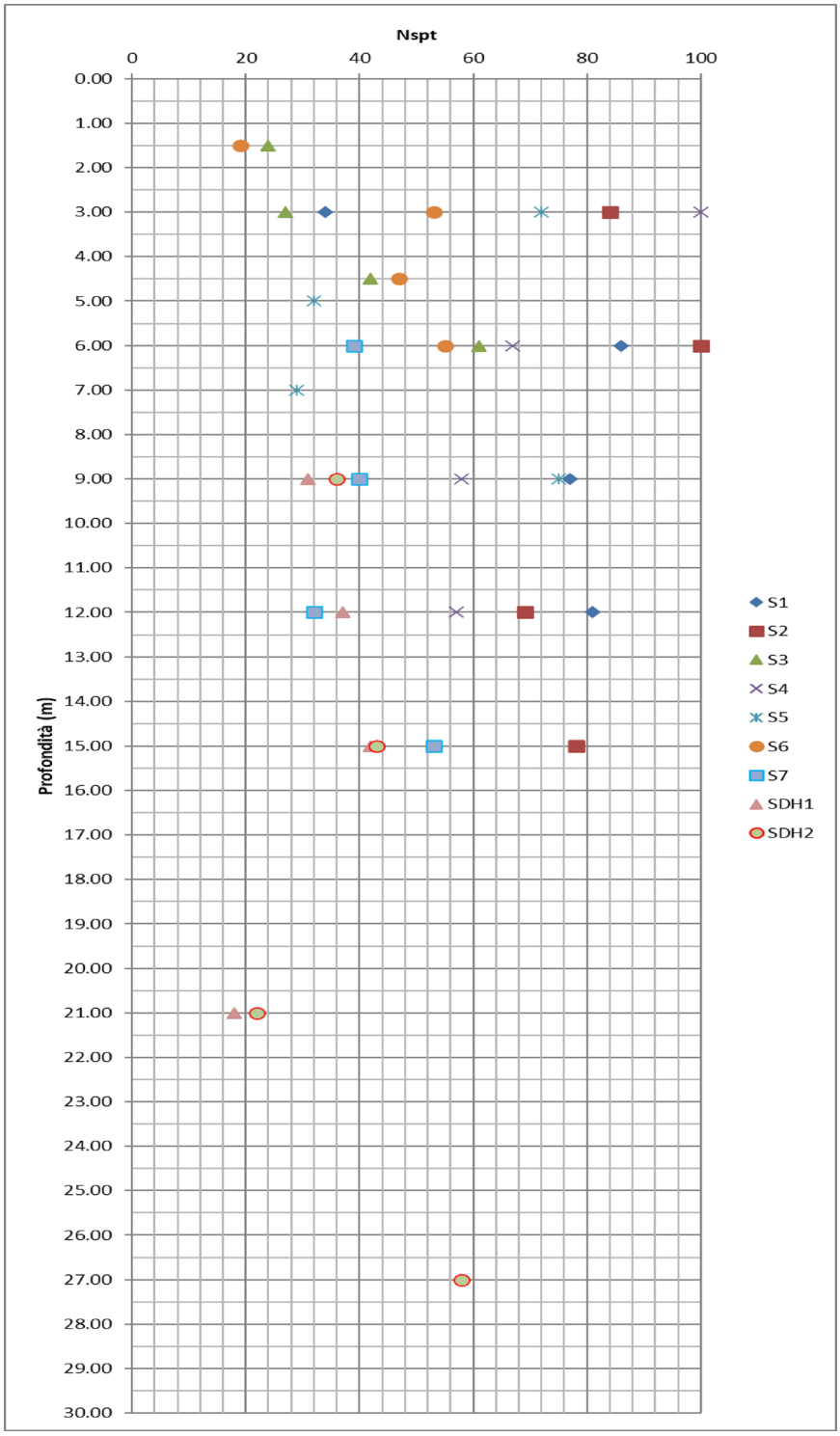
-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S7-PZ-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S-DH1							
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S-DH1	SPT-01	9.00÷9.45	Punta chiusa	6-12-19	31	31	25
	SPT-02	12.00÷12.45	Punta chiusa	9-14-23	37	37	28
	SPT-03	15.00÷15.45	Punta chiusa	13-15-27	42	42	29
	SPT-04	21.00÷21.45	Punta chiusa	4-7-11	18	18	11

-Sintesi risultati prove SPT sondaggio S-DH1-

SINTESI PROVE SPT - SONDAGGIO S-DH2							
SIGLA SONDAGGIO	SIGLA PROVA SPT	PROFONDITA' DI PROVA (m da p.c.)	CAMPIONAT. UTILIZZATO	NUMERO DI COLPI (N_1-N_2-N_3)	N_{SPT}	N_{60}	$(N_1)_{60}$
S-DH2	SPT-01	9.00÷9.45	Punta chiusa	7-13-23	36	36	29
	SPT-02	15.00÷15.45	Punta chiusa	14-19-24	43	43	30
	SPT-03	21.00÷21.45	Punta chiusa	6-9-13	22	22	14
	SPT-04	27.00÷27.45	Punta chiusa	18-23-35	58	58	33

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



Risultanze prove SPT

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.1.3 Prove Penetrometriche Scpt

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico PAGANI tipo TG 63/100 KN che, secondo la normativa europea I.S.S.M.F.E. '88, è paragonabile ad un DPSH (Dynamic Probing Super Heavy). Le caratteristiche dello strumento utilizzato corrispondono alla nuova categoria di standard internazionale.

La prova consiste nell'infissione lungo la direzione del filo a piombo di una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, in seguito alla discesa di un maglio di peso pari a 73 Kg direttamente sulla testa di battuta da un'altezza di caduta di 75cm.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm delle aste nel terreno (NSCPT) in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione.

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).

Le caratteristiche tecniche principali vengono riassunte di seguito:

peso massa battente	73 Kg
altezza di caduta	0.75 m
lunghezza aste	0.90 m
diametro aste	34 mm
diametro punta conica	51 mm
angolo del cono	60°

Nella prova SCPT 13 è stata raggiunta la situazione di rifiuto meccanico all'avanzamento della punta, corrispondente al superamento di 100 colpi/piede, ad una profondità di -5,4 m dal p.c. Le prove SCPT11-14-15 sono state spinte fino ad una profondità di -10 m dal p.c.

Le tabelle e i diagrammi delle prove penetrometriche vengono riportati in allegato.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Di seguito si riportano le profondità raggiunte in corrispondenza di ciascuna prova.

Prova	Profondità in metri da p.c. (0 RIF.)	Rifiuto	Prova	Profondità in metri da p.c. (0 RIF.)	Rifiuto
P1	14,7	Si	P11	5,4	Si
P2	5,7	Si	P12	15,6	???
P3	11,1	Si	P13	14,7	Si
P4	19,8	Si	P14	7,5	Si
P5	19,2	Si	P15	8,1	Si
P6	19,8	Si	P16	6,6	Si
P7	6,6	Si	P17	15,6	Si
P8	6,0	Si	P18	12,0	Si
P9	15,6	Si	P19	4,2	Si
P10	15,6	Si	P20	12,6	No

Fig.5: prove SCPT eseguite

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.1.4 Prove Di Permeabilità Tipo Lefranc (Eseguite Da Singea S.R.L.)

GENERALITÀ

La prova di permeabilità in foro tipo Lefranc consente di ricavare la conducibilità idraulica del terreno interessato dalla tasca di prova dalla misura del quantitativo di acqua nel tempo introdotto nel foro necessario al mantenimento di un livello idraulico costante all'interno della tubazione di rivestimento (prova a carico costante), o dalla misura dell'abbassamento nel tempo del livello idrico all'interno della colonna di rivestimento rispetto a un piano di riferimento (prova a carico variabile).

La tipologia di prova adottata dipende essenzialmente dalla capacità di drenaggio del deposito investigato; in linea generale si esegue una prova a carico costante quando il terreno investigato drena velocemente l'acqua introdotta, in caso contrario si esegue una prova a carico variabile.

MODALITÀ ESECUTIVE

Una volta raggiunto il livello di terreno da investigare con la perforazione, si esegue la tasca di prova mediante l'utensile di perforazione (carotiere ø=101-131 mm) o mediante la tubazione di rivestimento (ø=127-152 mm).

In entrambi i casi, nelle manovre di rivestimento precedenti all'esecuzione della tasca di prova è necessario utilizzare acqua pulita (senza l'aggiunta di polimeri), al fine di non inficiare i risultati di prova.

Successivamente la tasca di prova viene riempita con ghiaietto siliceo calibrato (ø2-3.5 mm), previa verificato a mezzo di scandaglio graduato l'effettiva profondità della tasca stessa.

Terminato il riempimento della tasca di prova (verificato mediante scandaglio graduato) vengono annotate tutte le informazioni geometriche (profondità, diametro e sporgenza dal piano campagna della colonna di rivestimento, lunghezza e diametro della tasca di prova, livello statico della falda); nel caso di prova eseguita al di sopra del livello statico della falda, si procede alla saturazione del terreno di prova mediante immissione di acqua nel foro per un tempo variabile fra 30:00 minuti e 45:00 minuti.

La prova di permeabilità inizia una volta riempita completamente la colonna di rivestimento con acqua.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Le effettive modalità esecutive variano in funzione della tipologia di prova eseguita; in particolare:

- Prova a carico costante: mediante contalitri collegato alla tubazione di mandata della pompa, si misura il volume di acqua immesso nel foro necessario a mantenere all'interno della colonna di rivestimento un livello costante; le letture del quantitativo di acqua immesso vengono eseguite ogni 5 minuti, per un tempo variabile fra 30 e 60 minuti (6÷12 letture);
- Prova a carico variabile: mediante sonda freatimetrica, si misurano gli abbassamenti della colonna d'acqua introdotta nella colonna di rivestimento, secondo una scala di tempi logaritmica (10",20", 30", 60" ecc.) per almeno un'ora dall'inizio della prova o fino all'esaurimento del carico idraulico generato al di sopra della tasca (raggiungimento del livello statico della falda o della testa della tasca di prova stessa).

ELABORAZIONE

L'elaborazione dei risultati varia in funzione della tipologia di prova eseguita; in particolare:

- **Prova a carico costante**

  I valori misurati nel corso di prova vengono riportati su un diagramma volume d'acqua introdotto-tempo, dal quale si osserva se l'assorbimento da parte del terreno sottoposto a test è costante o se sono insorti fenomeni di intasamento/dilavamento dei pori da parte di materiale fine (limo e/o argilla).

  La conducibilità idraulica del terreno sottoposto a prova viene calcolata con la seguente relazione:

$$k = \frac{Q}{F \times h}$$

Dove:

-Q: portata di acqua immessa nel foro (m^3/s) -F: fattore di forma (Hvorslev, 1951), dipendente dalla geometria della tasca di prova (m);
-H: carico idraulico agente sulla tasca di prova (m).

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

- **Prova a carico Variabile**

I valori misurati nel corso della prova vengono riportati su un grafico abbassamento-tempo e su un grafico semilogaritmico carico idraulico normalizzato (H/H0, dove H carico idraulico nel foro al tempo t, H0 carico idraulico nel foro al tempo 0)-tempo.

La conducibilità idraulica del terreno sottoposto a prova viene calcolata con il metodo del tempo di riequilibrio (t0), secondo la seguente relazione:

$$k = \frac{A}{F \times t_0}$$

Dove:

-A: sezione della tubazione di rivestimento (m2)

-F: fattore di forma (Hvorslev, 1951), dipendente dalla geometria della tasca di prova (m);

-t0: tempo di riequilibrio (s),

RISULTATI

Nel corso della campagna di indagini sono state eseguite n.12 prove a carico costante, utilizzando una tasca cilindrica creata dall'utensile di perforazione.

I valori di conducibilità idraulica ricavati sono relativi alla componente orizzontale (kH), in quanto per ogni prova eseguita il rapporto fra lunghezza della tasca di prova e diametro del foro è superiore a 1.2.

Nella tabella successiva sono sintetizzati i risultati delle prove eseguite, in allegato sono riportati i certificati di prova.

SINTESI RISULTATI PROVE LEFRANC					
SONDAGGIO	PROVA	TIPOLOGIA	PROFONDITA' (m da p.c.)	k (m/s)	k (cm/s)
S1	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.68E-05	5.68E-03
	LFC-01	a carico costante	4.00÷4.50	3.73E-05	3.73E-03
S2-PZ	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.07E-05	5.07E-03
S3	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.15E-05	5.15E-03
S4-PZ	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.71E-05	5.71E-03
	LFC-02	a carico costante	4.00÷4.50	3.45E-05	3.45E-03
S5-PZ	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	6.51E-05	6.51E-03
	LFC-02	a carico costante	4.00÷4.50	5.20E-05	5.20E-03
S6-PZ	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.30E-05	5.30E-03
S7-PZ	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.24E-05	5.24E-03
S-DH1	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	5.21E-05	3.53E-03
S-DH2	LFC-01	a carico costante	2.50÷3.00	6.13E-05	6.13E-03

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.1.5 Prove Di Permeabilità Con Infiltrometro Ad Anello Singolo

La prova con infiltrometro, praticabile sia su terreno superficiale che in pozzetto, consente la definizione del valore del coefficiente di permeabilità verticale del terreno.

Essa viene eseguita infiggendo nel terreno un anello metallico di dimensioni standard che viene riempito d'acqua. Successivamente si misura, nel tempo, la diminuzione del livello dovuta all'infiltrazione.

La prova può essere eseguita sia a carico costante che variabile, in funzione della granulometria da indagare. Si possono distinguere due modalità di esecuzione:

- Prova ad umidità naturale: viene condotta senza saturare preventivamente il terreno. In questo modo si ottiene una valutazione della velocità d'infiltrazione e una definizione di quello che è il comportamento del suolo alla prima pioggia.
- Prova ad umidità modificata: viene condotta saturando preventivamente il terreno. In questo modo si ottiene una velocità d'infiltrazione che si può considerare pari al coefficiente di permeabilità K.

Le prove infiltrometriche sono state eseguite riempiendo l'infiltrometro (diametro 30 cm altezza 50 cm) d'acqua per un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (prova di permeabilità a carico variabile). Si è scelto inoltre di eseguire la prova ad umidità naturale, in quanto in queste condizioni l'acqua satura il terreno in breve tempo. Il valore che si ottiene è quindi quello del coefficiente di permeabilità K. Il calcolo, per le prove a umidità naturale, è stato condotto utilizzando la seguente relazione (legge di Darcy):

$$K = I / i \qquad [cm/s]$$

con:

$$I = Q / A = (dh \cdot A / dt) / A = dh / dt$$
$$i = (H + z) / z$$

dove:

I *= infiltrazione [m/s]*
i *= gradiente idraulico [-]*
dh *= abbassamento livello idrico nell'infiltrometro [cm]*
Q *= quantità di flusso [cm^3/s]*
dt *= intervallo di tempo [s]*
A *= area di infiltrazione (sezione interna dell'infiltrometro) [cm^2]*
H *= altezza dell'acqua sul piano campagna [cm]*
z *= approfondimento dell'infiltrometro nel terreno [cm]*

Da cui:

$$K = (Q \cdot z) / [A \cdot (H + z)]$$

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

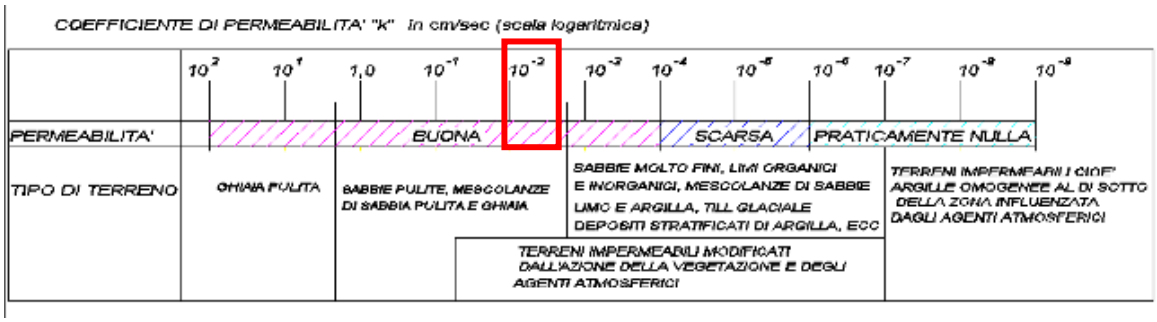
RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Sulla base dei risultati ottenuti della prova in sito, descritta poc'anzi, è stato possibile stimare il valore di permeabilità per i terreni in esame.

Le prove hanno consentito di valutare con buon grado di attendibilità il valore di conduttività idraulica K (in m/s) dei terreni alla profondità di circa metri dal p.c. Il valore di permeabilità ottenuto viene riportato nella tabella seguente. In allegato vengono riportati i grafici con e i dati sperimentali rilevati.

Prova	***Profondità***	***K (m/sec)***	***K (cm/sec)***
K1	-2.8 m da p.c.	5.20×10^{-5}	5.20×10^{-3}
K2	-2.8 m da p.c.	8.04×10^{-5}	8.04×10^{-3}
K3	-2.8 m da p.c.	1.31×10^{-4}	1.31×10^{-2}

In favore di sicurezza, si ritiene possibile caratterizzare l'area di indagine con un valore di conduttività idraulica pari a $5*10^{-5}$ m/s ($5*10^{-3}$ cm/s), tipico di terreni contraddistinti da permeabilità classificabile come buona.



Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità

Come si può evincere, le prove Lefranc effettuate da Singea S.r.l. confermano il valore di conduttività idraulica fornito dallo scrivente e pari a $5*10^{-5}$ m/s ($5*10^{-3}$ cm/s), tipico di terreni contraddistinti da permeabilità classificabile come buona.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Fig. 6: Prove di permeabilità Con Infiltrometro Ad Anello Singolo

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.2 Prospezioni Geofisiche

3.2.1 Prospezione Sismica Con Metodo Down-Hole (eseguite da Singea s.r.l.)

Nella campagna di indagine oggetto del presente documento, sono state eseguite n.2 prospezioni sismiche in foro con metodologia Down Hole, con l'obiettivo di definire la sismostratigrafia dei depositi interessati dalla prova, di valutare i parametri dinamici degli stessi, nonchè di stimare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio (vS,EQ), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03, O.P.C.M. n. 3316 del 02/10/03 e O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06) ed alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/08) e successivo "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17/01/18).

GENERALITÀ

La prova Down Hole consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di un foro di sondaggio verticale, adeguatamente predisposto con apposita tubazione.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione vP delle onde di compressione (onde P) e vS delle onde di taglio (onde S), nonché la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova è costituita da:

- Sismografo multicanale ECHO 24/2010 Ambrogeo, munito di contenitore in ABS a tenuta stagna

da campo, conversione A/D a 24 bit, tempo di campionamento da 32 μs a 960 ms su 24+1 canali e lunghezza di registrazione estesa fino a 1600 campioni;

- Sonda sismica modello DHTG 50, dotata di geofono 3D da 10Hz, e di dispositivo di bloccaggio elettromeccanico controllato dall'operatore tramite centralina;
- Laptop con software dedicato;
- Sistema di energizzazione costituito da una mazza battente da 6 kg manovrata a mano;
- Sensore accelerometrico montato sulla mazza e collegato al sismografo tramite cavo elettrico ("Starter");
- Travi in teflon per la generazione delle onde di taglio e piastra quadrata in alluminio per la generazione delle onde di compressione, rese solidali al terreno.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

MODALITÀ ESECUTIVE

La procedura di indagine prevede di calare in foro e bloccare la sonda sismica in corrispondenza del primo punto di misura, solitamente alla massima profondità. Si procede all'energizzazione e registrazione degli impulsi sismici per le onde P (impulso verticale su piastra di alluminio), poi per le onde SH (impulso parallelo alla superficie topografica su trave in teflon) sia per la fase SX sia per la fase opposta SY. Nel caso di segnale debole o disturbato è possibile sommare più registrazioni per ottenere una migliore definizione dei treni d'onda P e SH.

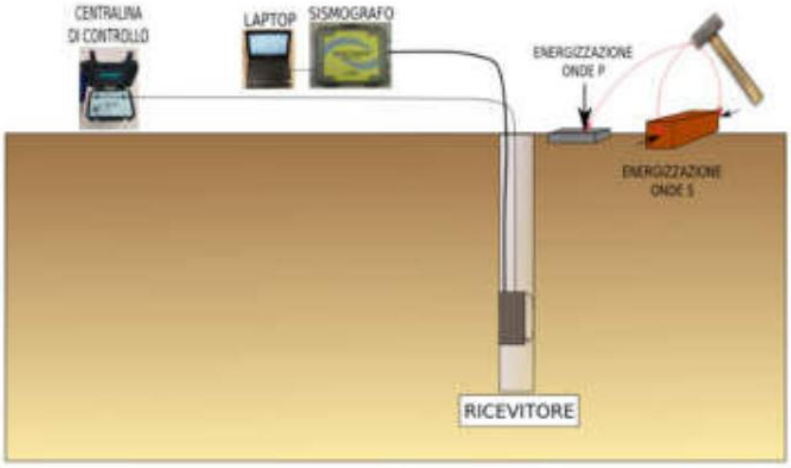


Fig. 7: Schema della geometria di energizzazione

La sonda sismica viene quindi sbloccata e portata al punto di prova successivo dove è ripetuta la sequenza sopra descritta.

Nel caso specifico sono state eseguite n.2 prospezioni Down-Hole a intervalli di 1 m, per tutta la lunghezza dei fori attrezzati con tubazione cieca in PVC ø3" (30.00 m).

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde sismiche) sia per le onde P che per le onde SH.

È possibile inoltre determinare parametri geotecnici/geomeccanici dinamici quali il modulo elastico dinamico, il modulo di taglio dinamico e il modulo Bulk.

ELABORAZIONE

L'elaborazione è stata effettuata con software dedicati (Front End 7.1 e PS LOG 8.3) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P ed S, inoltre consente il confronto tra i sismogrammi SX ed SY allo scopo di poter evidenziare i primi arrivi delle onde di taglio (SH).

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Una volta ricavati i tempi di primo arrivo delle onde P e S, si procede al calcolo delle relative velocità di propagazione, secondo la seguente formulazione:

$$v_{(n+1)} = \frac{p_{(n+1)} - p_{(n)}}{t_{(n+1)} - t_{(n)}}$$

Dove:

- v(n+1): velocità di propagazione delle onde (P o S) alla profondità (n+1);
- p(n+1) / p(n): percorso delle onde (P o S) alla profondità (n+1) / (n);
- t(n+1) / t(n): tempo di primo arrivo delle onde (P o S) alla profondità (n+1) / (n);

Il percorso delle onde sismiche (P o S) all'interno del terreno investigato a una data profondità z, considerando una propagazione delle onde di tipo sferico, viene calcolato come:

$$p_{(z)} = (l^2 + z^2)^{0.5}$$

Dove:

- l: distanza orizzontale fra punto di energizzazione e asse foro;
- z: profondità geofono.

Note le velocità delle onde P ed S è possibile determinare, in funzione della densità, i parametri geotecnici del terreno investigato, quali il coefficiente di Poisson, il modulo elastico dinamico e il modulo di taglio dinamico e il modulo di deformazione volumetrica dinamico, applicando le correlazioni bibliografiche di seguito riportate:

• Coefficiente di Poisson (ν)

$$\upsilon = \frac{\frac{1}{2} \times \left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 1}$$

• Modulo di Taglio dinamico (Gd)

$$G_d = \frac{\gamma}{g} \times v_S^2$$

• Modulo di Young dinamico (Ed)

$$E_d = 2 \times G_d \times (1 + \upsilon)$$

• Modulo Bulk dinamico (Kd)

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

$$K_d = \frac{E_d}{3 \times (1 - 2 \times \upsilon)}$$

Dove:

- vP, vS velocità di propagazione delle onde compressione (P) e di taglio (S) riferite alla quota di misura;
- γ: la densità del materiale;
- g: l'accelerazione di gravità.

RISULTATI

L'analisi dei record sismici ha consentito di determinare le velocità vP e vS, i relativi parametri di deformabilità dinamici, nonché la suddivisione sismostratigrafica e il valore di vS,EQ per la verticale. Il valore di vS,EQ è stato calcolato per i primi 30 m di spessore di depositi a partire da piano campagna. Nelle pagine seguenti sono sinteticamente riassunti i risultati delle prove Down Hole eseguite.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

S-DH1

SINTESI RISULTATI PROVA DOWN HOLE S-DH1											
				ONDE P		ONDE S		Parametri dinamici			
Profondità (m)	Densità (stimata) (t/m^3)	Dist. Or. Sorgente Foro (m)	STRATO	T. di arrivo (ms)	V_P (m/s)	T. di arrivo (ms)	V_S (m/s)	ν (-)	G_d (GPa)	E_d (GPa)	K_d (GPa)
1.00	1.70	1.50	1	8.75	206	12.61	143	0.037	0.035	0.072	0.026
2.00	1.75		2	9.13	522	14.19	249	0.353	0.108	0.293	0.333
3.00				10.35		17.16					
4.00				11.69		20.56					
5.00				13.16		24.17					
6.00	1.85		3	13.61	1710	26.54	392	0.472	0.284	0.838	5.030
7.00				14.10		28.93					
8.00				14.61		31.34					
9.00			4	15.13	1780	33.81	395	0.474	0.288	0.849	5.477
10.00				15.66		36.28					
11.00				16.20		38.75					
12.00				16.74		41.23					
13.00				17.29		43.72					
14.00				17.84		46.27					
15.00				18.39		48.79					
16.00				18.94		51.32					
17.00	1.75		5	19.56	1600	54.19	344	0.476	0.208	0.613	4.201
18.00				20.18		57.10					
19.00	1.80		6	20.79	1644	59.86	362	0.474	0.236	0.696	4.548
20.00				21.40		62.62					
21.00				22.00		65.36					
22.00				22.60		68.06					
23.00				23.20		70.83					
24.00				23.81		73.58					
25.00				24.42		76.39					
26.00				25.02		79.17					
27.00				25.64		81.90					
28.00				26.24		84.60					
29.00			7	26.83	1669	87.27	374	0.474	0.251	0.741	4.681
30.00				27.44		89.94					

- S-DH1-Tabella di sintesi misure e risultati -

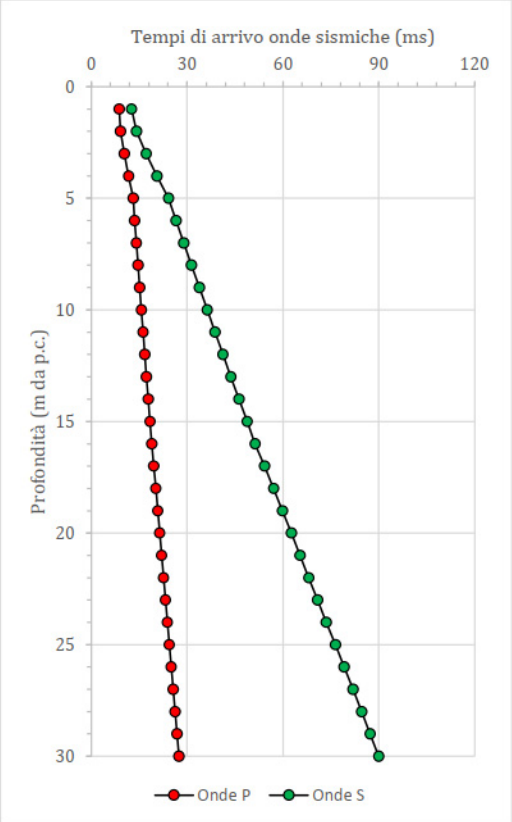
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

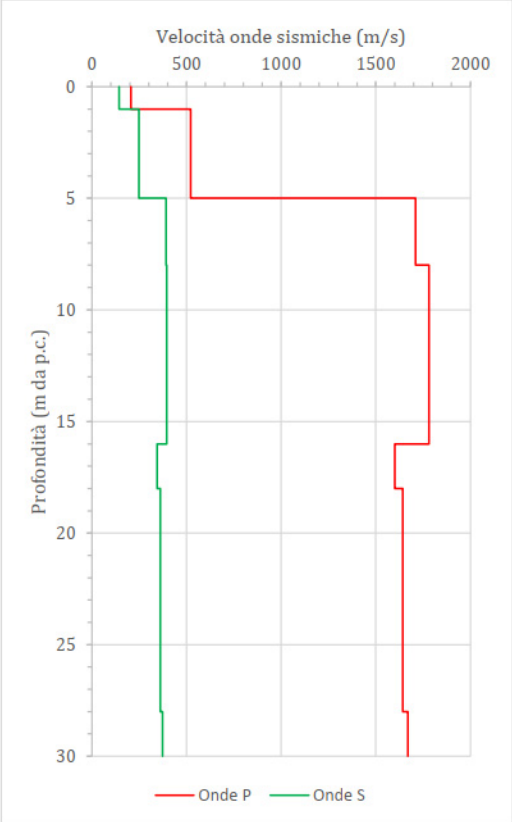
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA S-DH1				
STRATO (m)	**PROFONDITA' (m da p.c:)**	**SPESSORE (m)**	**V_P (m/s)**	**V_S (m/s)**
1	1.00	1.00	206	143
2	5.00	4.00	522	249
3	8.00	3.00	1710	392
4	16.00	8.00	1780	395
5	18.00	2.00	1600	344
6	28.00	10.00	1644	362
7	30.00	2.00	1669	374
$V_{S,EQ}$ (m/s) rif. 0.00 m da p.c. 334 m/s		**CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C**		

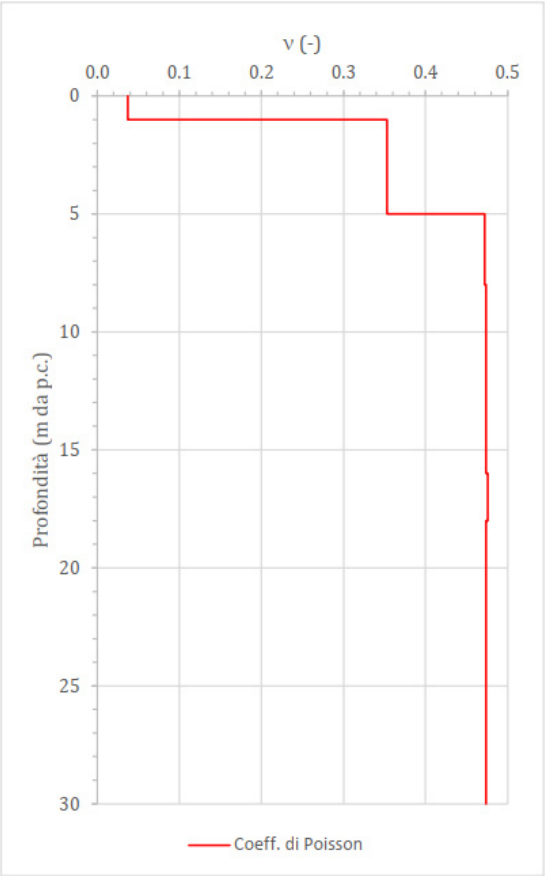
- S-DH1-Tabella sismostratigrafica -

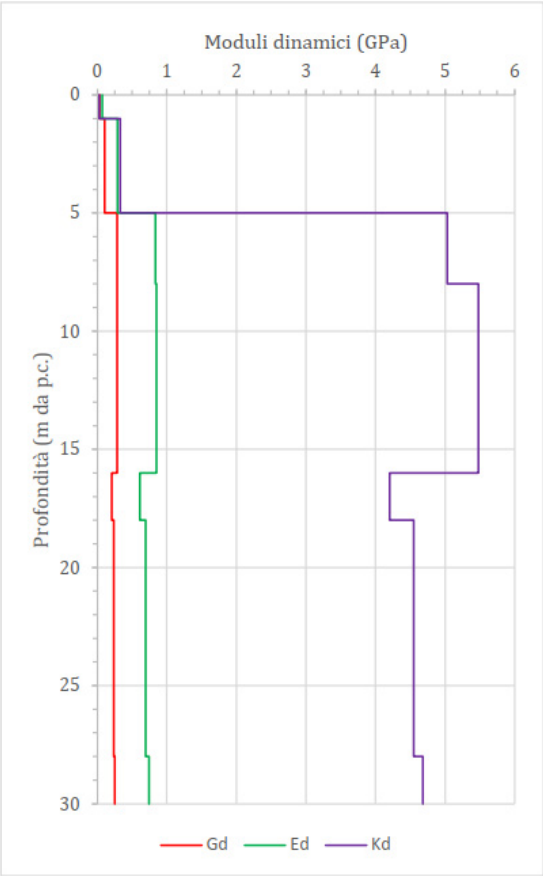




- S-DH1-Dromocrone e velocità di propagazione onde P e S -

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it





- S-DH1-Coefficiente di Poisson e moduli dinamici –

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda** (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

S-DH2

SINTESI RISULTATI PROVA DOWN HOLE S-DH2											
				ONDE P		ONDE S		Parametri dinamici			
Profondità (m)	Densità (stimata) (t/m^3)	Dist. Or. Sorgente Foro (m)	STRATO	T. di arrivo (ms)	V_P (m/s)	T. di arrivo (ms)	V_S (m/s)	ν (-)	G_d (GPa)	E_d (GPa)	K_d (GPa)
1.00	1.70	1.40	1	8.58	201	13.49	128	0.160	0.028	0.064	0.031
2.00	1.75		2	9.16	488	15.48	229	0.359	0.091	0.249	0.294
3.00				10.53		18.83					
4.00				12.11		22.55					
5.00				13.79		26.39					
6.00	1.85		3	14.25	1691	28.74	392	0.472	0.284	0.837	4.911
7.00				14.75		31.12					
8.00				15.29		33.58					
9.00				15.82		36.01					
10.00				16.35		38.43					
11.00				16.89		40.81					
12.00				17.44		43.30					
13.00				17.99		45.82					
14.00				18.53		48.29					
15.00				19.09		50.77					
16.00				19.64		53.25					
17.00	1.75		4	20.26	1629	56.15	345	0.476	0.208	0.615	4.364
18.00				20.86		59.02					
19.00	1.80		5	21.45	1674	61.72	373	0.474	0.250	0.737	4.713
20.00				22.04		64.37					
21.00				22.64		67.09					
22.00				23.23		69.74					
23.00				23.82		72.38					
24.00				24.42		75.09					
25.00	1.85		6	25.01	1696	77.63	384	0.473	0.265	0.782	4.823
26.00				25.60		80.26					
27.00				26.19		82.86					
28.00				26.78		85.52					
29.00				27.36		88.08					
30.00				27.95		90.64					

- S-DH2-Tabella di sintesi misure e risultati -

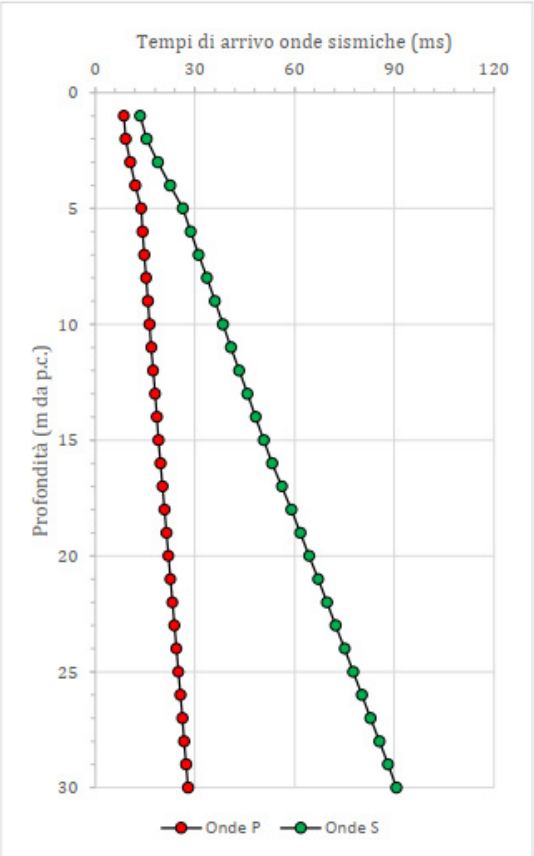
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

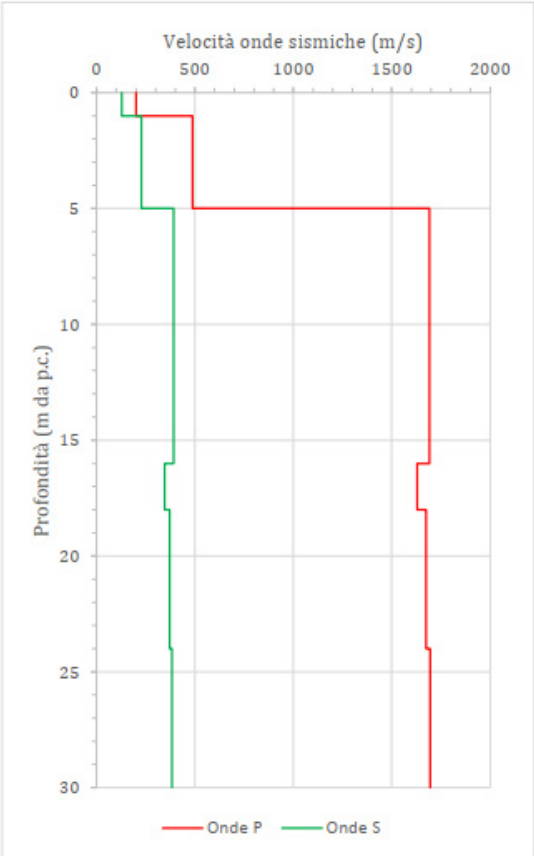
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

TABELLA SISMOSTRATIGRAFICA S-DH2				
STRATO (m)	**PROFONDITA' (m da p.c:)**	**SPESSORE (m)**	**V_P (m/s)**	**V_S (m/s)**
1	1.00	1.00	201	128
2	5.00	4.00	488	229
3	16.00	11.00	1691	392
4	18.00	2.00	1629	345
5	24.00	6.00	1674	373
6	30.00	6.00	1696	384
$V_{S,EQ}$ (m/s) rif. 0.00 m da p.c. 330 m/s		**CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C**		

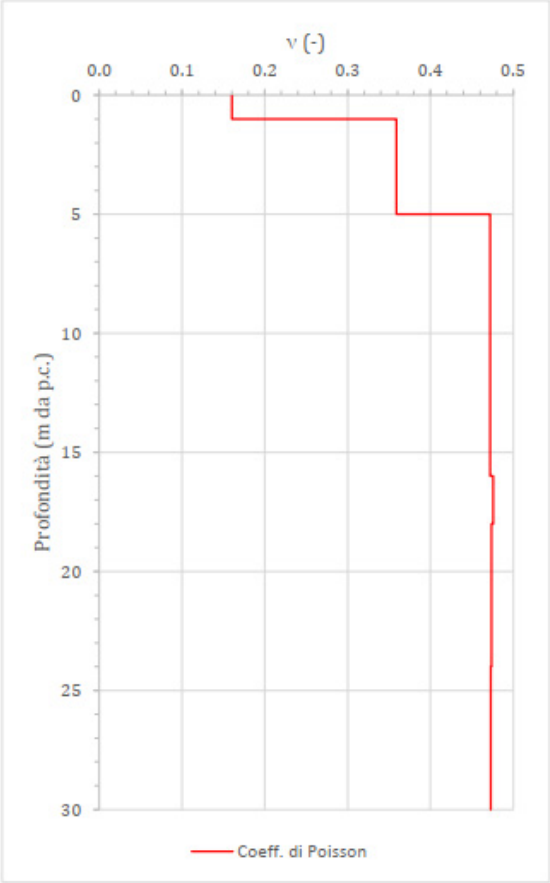
- S-DH2-Tabella sismostratigrafica -

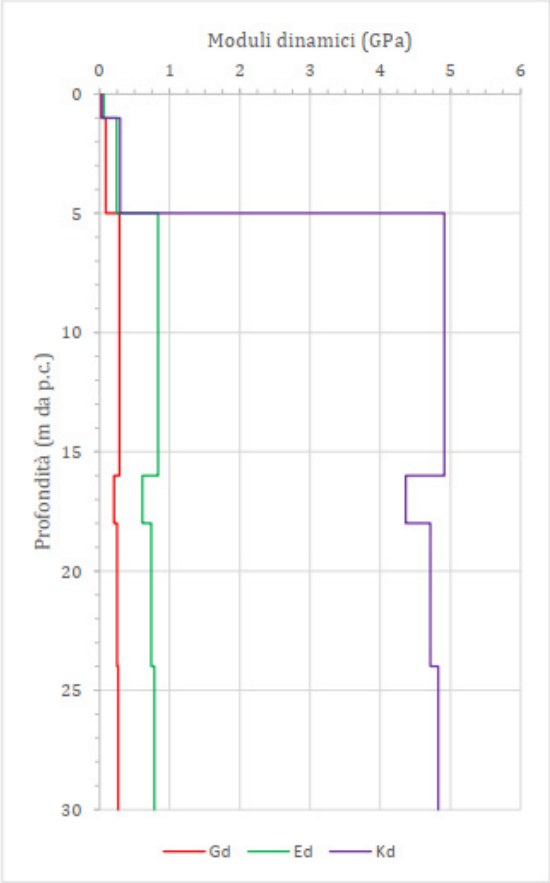




- S-DH2-Dromocrone e velocità di propagazione onde P e S -

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it





- S-DH2-Coefficiente di Poisson e moduli dinamici –

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda** (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.2.2 Indagine sismica con metodologia MASW

Nell'area in esame sono state svolte n. 2 prove sismiche con la metodologia MASW, con la quale si è ricostruito l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (onde S) fino alla profondità di 30 m dall'attuale piano di campagna.

Il modello sismico monodimensionale (VS-profondità) costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sitospecifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.09.2005; Eurocodice 8; D.M. 14.01.2008).

Il metodo MASW è basato sul tempo necessario perché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale con onde dirette e gli strati più profondi con onde rifratte.

L'apparecchiatura utilizzata per le prospezioni è costituita da una serie di 24 geofoni che vengono spaziati regolarmente lungo un determinato allineamento e da un sismografo che registra l'istante di partenza della perturbazione ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono.

La registrazione, sia del momento dell'energizzazione che del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente su di un unico diagramma (sismogramma).

La sorgente di energia nel nostro caso è rappresentata da una mazza battente avente un peso di 10 Kg.

Caratteristiche tecniche strumentazione:

Canali	24
Canale aggiuntivo	segnale di starter non filtrato
Risoluzione	16 bit
Dinamica	equiv. 22 bit su 24 canali camp 0.1 ms/canale con sovracampionamento
Pretrigger	automatico
Geofoni	Frequenza 4,5 Hz

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

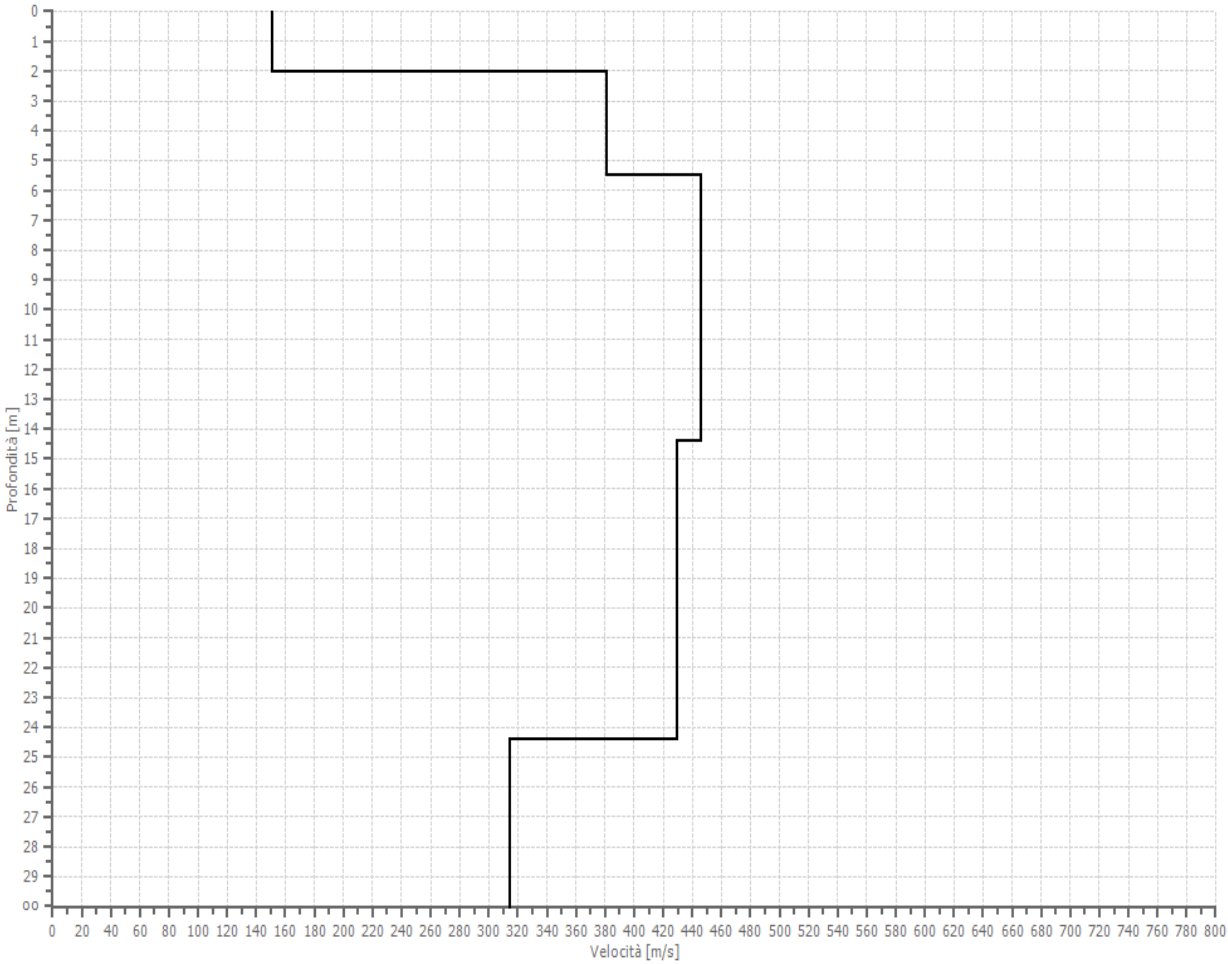
Rumore	paria a 1 lsb con ingressi canali in corto
Trigger	segnale, apertura e chiusura
Filtri analogici	antialias 4° ordine
Alimentazione	12 V - 3A

Nello specifico sono stati eseguiti n.2 stendimento sismico tipo MASW secondo le modalità riportate in precedenza. La lunghezza dello stendimento è pari a circa 48 metri.

Di seguito viene riportato il profilo delle Vs con la profondità.

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

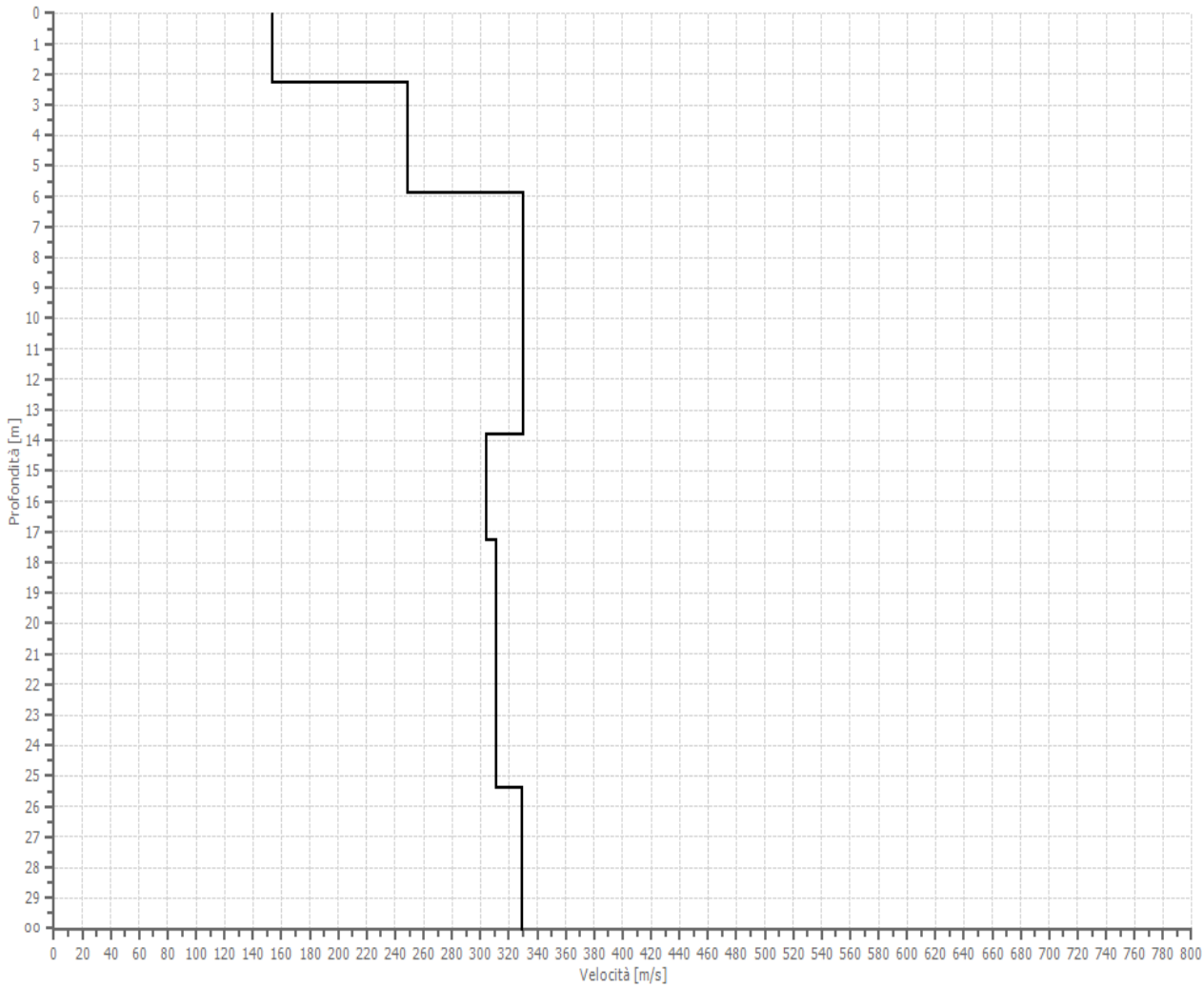
Prova MASW1



Profilo di velocità sismica		
Prof. da [m]	**Prof. a [m]**	**Vs calcolata [m/sec]**
0,0	2,1	151,1
2,1	5,5	380,7
5,5	14,4	446,0
14,4	24,4	429,4
24,4	30,0	314,7

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Prova MASW2



Profilo di velocità sismica		
Prof. da [m]	**Prof. a [m]**	**Vs calcolata [m/sec]**
0,0	2,3	153,5
2,3	5,9	248,3
5,9	13,8	330,4
13,8	17,3	303,9
17,3	25,4	311,3
25,4	30,0	329,3

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

La VS30, velocità media di propagazione entro 30,0 m di profondità delle onde di taglio, viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} H_i / V_i}$$

dove Hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10\text{-}6$) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori. A partire dai profili VS-profondità propri dell'area in esame, ottenuto mediante le indagini MASW appositamente realizzate, è possibile calcolare, con la formula sopra riportata, il valore di Vs30 che risulta:

Prova M1: Vs30 = 358,7 m/s

Prova M2: Vs30 = 286,3 m/s

In riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003, che definisce le "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", sulla base delle indagini eseguite è possibile far rientrare l'area indagata nella **categoria di suolo di fondazione tipo C: *"Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza"***

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.2.3 Indagine geoelettrica polo - dipolo

L'indagine geofisica si è avvalsa della metodologia geoelettrica, mediante l'esecuzione di 6 sezioni tomografiche polo-dipolo di dettaglio (ERT1-ERT6). La finalità della ricerca era lo studio della resistività dei terreni ed evidenziare il contrasto fra l'elevata resistività dei terreni grossolani (ghiaie e sabbie) e la minor resistività dei depositi argillosi (o dei terreni contaminati da possibili inquinanti.)

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle indagini e le relative conclusioni.

Le caratteristiche delle sezioni geoelettriche tomografiche sono:

Nome	Stendimento elettrodico (m)	Elettrodi	Passo dipoli (m)	Misure di resistività valide eseguite
ERT1	80	48	1,7	739
ERT2	95	48	2,0	845
ERT3	95	48	2,0	957
ERT4	120	48	2,5	943
ERT5	290	48	6,2	295
ERT6	220	48	4,6	172

Fig. 8: Prove geoelettriche eseguite

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

METODOLOGIA

I metodi di prospezione geofisica permettono la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo utilizzando alcuni parametri fisici che caratterizzano gli strati del terreno.

Nella prospezione geoelettrica si determina il parametro fisico resistività elettrica (r), caratteristico delle formazioni che costituiscono il sottosuolo.

La resistività è un parametro indipendente dalle caratteristiche geometriche della formazione litologica cui si riferisce ed è definito come la resistenza elettrica per unità di volume.

Ogni corpo roccioso presenta un ampio campo di variabilità dei propri valori di resistività; essi dipendono dal grado di omogeneità, dal livello di alterazione e, per rocce litoidi. dal grado di fratturazione. Nel caso di terreni sciolti, quali i depositi alluvionali recenti, la resistività dipende dalla granulometria, dai fluidi in essi contenuti e dal quantitativo in sali disciolti. A questa regola fanno eccezione le argille che, anche se compatte, hanno sempre valori di resistività estremamente bassi; questo è dovuto principalmente alle caratteristiche del reticolo cristallino dei minerali che le compongono ed al loro grado di saturazione.

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D

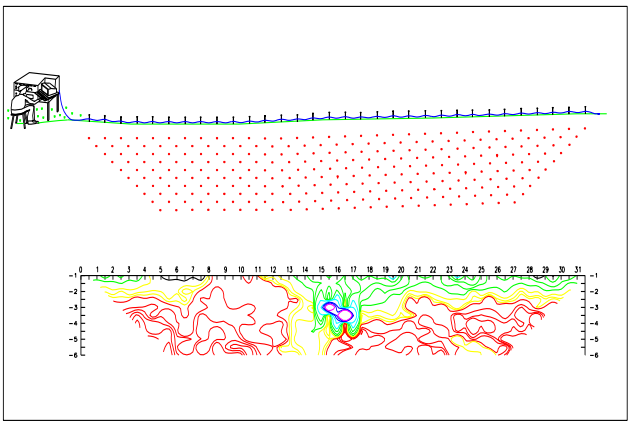


Fig. 9: esempio misure di resistività

Le sezioni geoelettriche multipolari vengono realizzate misurando i valori della derivata del campo elettrico in corrispondenza di un allineamento di elettrodi di misura equispaziati. Il campo elettrico viene generato da un polo di corrente posto all'interno della linea di misura, il quale viene spostato all'interno della stessa, dal primo all'ultimo elettrodo.

Le sezioni geoelettriche forniscono una sezione del terreno mediante una molteplicità di valori di resistività apparente riportabili su una maglia regolare. La resistività apparente è definita come rapporto fra differenza di potenziale al dipolo di misura e corrente immessa al polo di

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

corrente, rapporto che viene moltiplicato per un opportuno fattore geometrico dipendente dalla posizione reciproca degli elettrodi.

Ipotizzando di eseguire le misure su un semispazio a resistività omogenea, il fattore geometrico K è quel valore che servirebbe a fare in modo che il rapporto dV/I*K fosse esattamente uguale al valore di resistività del semispazio. Variando dV/I per i diversi dipoli, K è un valore che dipende solo dalla posizione degli elettrodi.

DESCRIZIONE DELL'ATTREZZATURA

L'acquisizione dei dati, molto complessa, viene gestita completamente da una apposita strumentazione in grado di acquisire i necessari canali simultaneamente e di comandare automaticamente l'inversione della corrente.

Lo strumento di misura che utilizziamo è estremamente veloce e dotato di una dinamica molto ampia. Per alcuni aspetti è oggettivamente unico. Questi aspetti sono:

- Sottrazione analogica del potenziale di contatto e di quello naturale, prima dell'amplificazione e del campionamento e per tutti i canali simultanei che vengono acquisiti. Ciò consente di ottimizzare l'utilizzo degli amplificatori analogici.
- Acquisizione simultanea di un quantitativo teoricamente illimitato di dipoli di potenziale. Ciò consente di misurare in un solo ciclo di corrente tutte le coppie di elettrodi di misura programmate. Una sezione standard a 48 elettrodi viene acquisita in pochi minuti ed è costituita da più di 800 misure di resistività valide e non equivalenti
- Immissione automatica nel terreno di corrente controllata. Ciò consente di energizzare il suolo con cicli simmetrici e aumenta la stabilità delle misure in condizioni di instabilità dei contatti.

Altre caratteristiche più standard e facili da trovare in altri apparati di misura sono le seguenti:

- Potenza di 300 W
- Massima corrente 1.5 A
- Massima differenza di potenziale misurabile = 10.000 mV
- Minimo potenziale misurabile 0,005 mV
- Dinamica equivalente 22 bit

DESCRIZIONE DEL DISPOSITIVO ELETTRODICO

Il dispositivo elettrodico che più si adatta e meglio sfrutta le potenzialità dello strumento di misura e quello polo-dipolo.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Questo dispositivo prevede l'immissione di corrente in un solo polo interno alla stesa e l'acquisizione di tutto il campo che si crea lungo l'allineamento elettrodico. Verrà quindi misurato il campo sugli elettrodi disposti prima del polo di corrente e anche quello sugli elettrodi disposti dopo. Da queste misure si ricavano due sezioni di resistività apparente diverse, ciascuna costituita da circa 400 misure, ma relative allo stesso terreno indagato. Il programma di elaborazione quindi tratterà questi dati come un tutt'uno. Tutti questi dati vengono acquisiti con sole 48 diverse energizzazioni.

I vantaggi del dispositivo polo-diplo sono:

1) il segnale è più forte di quello misurato nell'equivalente dipolo-dipolo (ove il campo elettrico a distanza decresce come $1/R^3$) ed è solo la metà dell'equivalente Schlumberger.
2) È un sistema asimmetrico più sensibile alle variazioni laterali rispetto ai sistemi simmetrici (Wenner o Schlumberger)
3) Consente di ricostruire facilmente l'equivalente sistema simmetrico ove questo fosse richiesto.
4) A differenza dei sistemi simmetrici consente di misurare simultaneamente i canali MN e di sfruttare appieno la velocità dello strumento
5) Consente di avere sempre un elettrodo a bassa resistenza comune a tutte le misure. Questo elettrodo di corrente detto "polo all'infinito" può essere posizionato a distanza nel posto più adatto.

La sezione ottenuta consente quindi il miglior dettaglio possibile nella definizione di una sezione elettrica del sottosuolo ed è validamente utilizzabile per ubicare cavità, cunicoli, anomalie laterali e presenza di inquinanti nonché ogni genere di anomalia elettrica del terreno sia verticale che orizzontale.

Ciascuno degli asterischi riportati in figura 1 corrisponde ad una diversa misura di resistività del sottosuolo, ottenuta da una diversa coppia di dipoli di misura e da diverse posizioni del polo di corrente.

I dati di resistività apparente vengono quindi elaborati con un apposito programma in grado di ricostruire il valori reali di resistività per inversione numerica 2D. (Res2Dinv)

Nel caso specifico di questa indagine è stato utilizzato il dispositivo elettrodico polo-dipolo. In particolare, per ogni posizione del picchetto di corrente (in tutto 48) sono stati acquisiti non meno di 13 valori di resistività apparente su 13 dipoli MN di misura.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Lo schema di acquisizione viene applicato sia per i dipoli a progressive maggiori del polo di corrente sia per i dipoli a progressive minori, per un totale massimo di 20 misure per polo di corrente.

DESCRIZIONE DEGLI ALLEGATI

Le tavole grafiche allegate, relative alle sezioni 2D, illustrano i risultati delle indagini nel rispetto della seguente modalità rappresentativa:

La prima sezione in alto a sinistra rappresenta le resistività apparenti calcolate dal modello di resistività reali posto in centro tavola. Il modello delle resistività reali è il risultato dell'inversione numerica dei dati sperimentali.

La seconda sezione in alto a destra illustra i valori di tutte le resistività apparenti effettivamente misurate, quindi i dati sperimentali di cui si è detto.

In corrispondenza di ciascuna di queste misure è anche graficata una piccola croce bianca. Si notano parecchi livelli di dati a profondità diverse e logaritmicamente crescenti.

La più o meno perfetta coincidenza della prima e della seconda sezione corrisponde graficamente all'errore rms di inversione.

La terza sezione, centrale nell'allegato, costituisce il risultato finale della procedura di inversione che, a partire dalle resistività apparenti misurate produce una sezione di resistività reali.

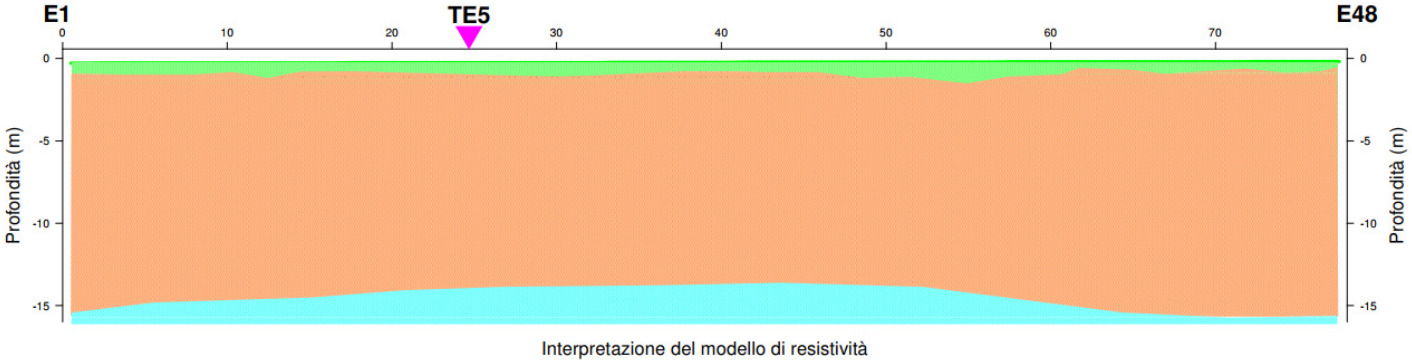
La quarta ed ultima sezione in basso riporta l'interpretazione stratigrafica della sezione di resistività reali. In questo caso l'interpretazione più opportuna corrisponde alla semplificazione del modello numerico continuo tramite superfici delimitate con retini di diverso colore.

RISULTATI E CONSLUSIONI

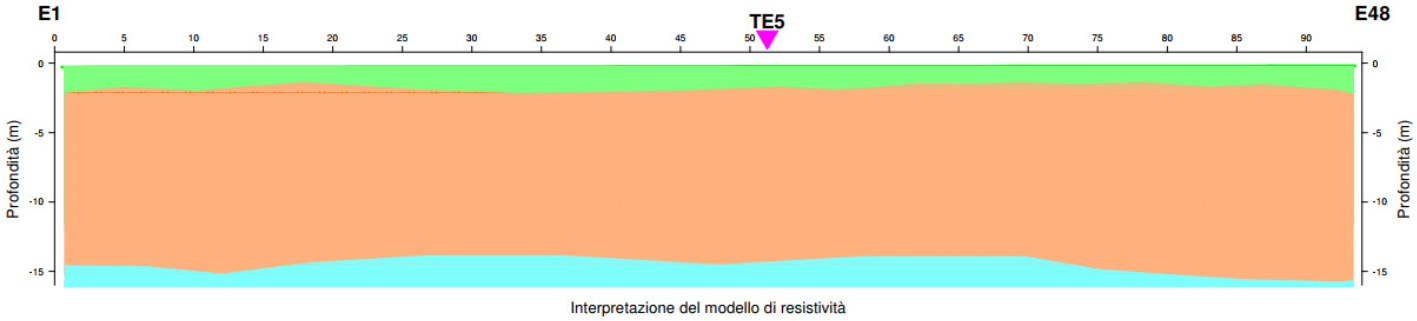
Di seguito vengono illustrati i risultati ottenuti, tutti gli stendimenti mostrano una delimitazione fra terreni di copertura moderatamente resistivi (colore verde), sabbie grossolane con ghiaia e ciottoli molto resistiva (colore arancio) e terreni moderatamente conduttivi, associati a sabbie e ghiaie sature (colore azzurro).

L'indagine geoelettrica ha consentito di evidenziare con chiarezza ed adeguata precisione l'estensione e lo spessore delle litologie presenti nell'area in esame.

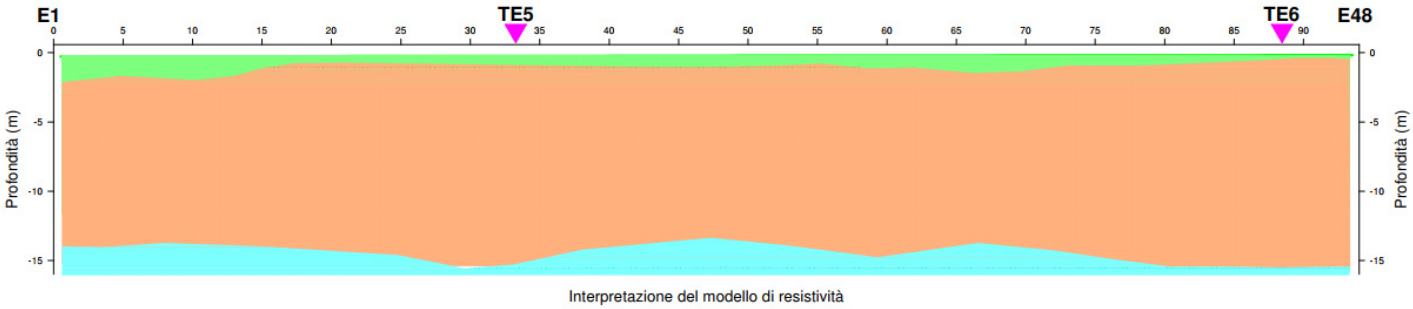
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



ERT1

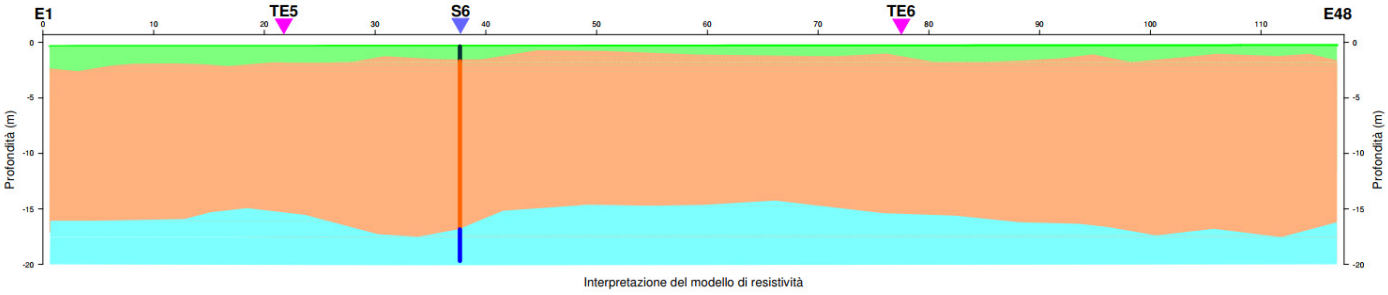


ERT2

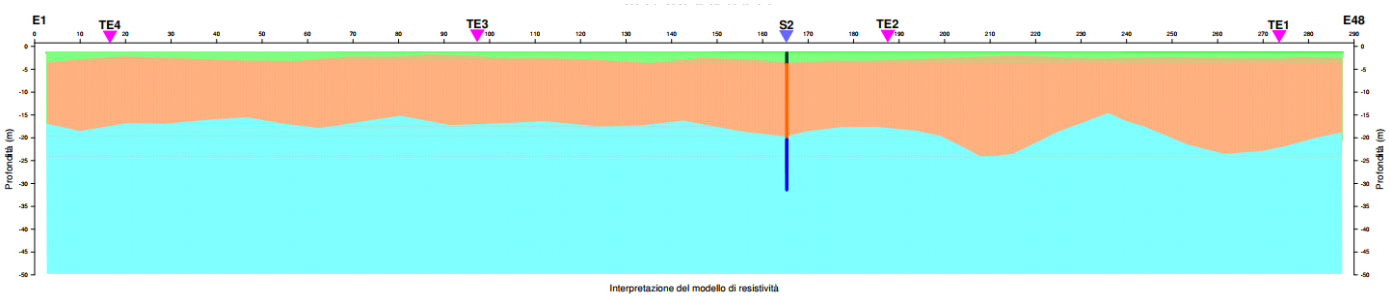


ERT3

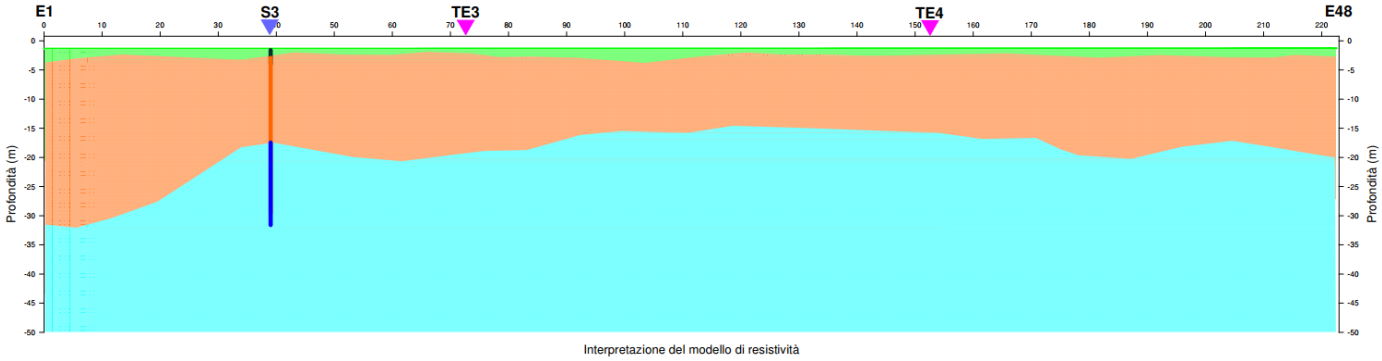
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



ERT4



ERT5



ERT6

Unità moderatamente resistiva, associata a terreni aerati eterogenei di copertura.

Unità molto resistiva, associata a sabbie grossolane, ghiaie e ciottoli.

Unità moderatamente conduttiva, associata probabilmente a sabbie e ghiaie in falda.

Rif. Geo. **L3712_REV.4**	*Referente*: D.P. - J.M.	*Data elaborato*: aprile 2026

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

3.3. Indagini geotecniche di laboratorio

3.3.1 Analisi granulometrica della frazione grossolana per setacciatura

Normativa di riferimento: ASTM D422

Attraverso l'esecuzione dell'analisi granulometrica di un terreno è possibile raggruppare in diverse classi di grandezza le particelle costituenti il terreno stesso, per poi determinare successivamente le percentuali in peso di ciascuna classe riferendole al peso secco del campione iniziale.

La procedura di analisi prevede una vagliatura di una porzione rappresentativa del campione iniziale attraverso una serie di setacci i quali presentano apertura dei magli via via decrescente.

A tale fine viene impiegata una serie di 11 setacci la cui apertura si dimezza progressivamente passando da un setaccio a quello successivo.

Diagrammando il trattenuto in percentuale ad ognuno di questi all'interno di un grafico logaritmico si è in grado di ottenere una spaziatura pressoché uniforme dei punti della curva granulometrica riferita alla frazione grossolana del terreno in esame.

3.3.2 Analisi granulometrica della frazione fine per sedimentazione

Normativa di riferimento: ASTM D422

La percentuale e le dimensioni delle particelle aventi diametro inferiore a 0,075mm (porzione di terreno passante al setaccio ASTM n°200) viene ottenuta mediante determinazione indiretta, misurando il tempo di sedimentazione delle stesse all'interno di un cilindro contenente una dispersione delle particelle in acqua distillata.

Per il calcolo del diametro del singolo granulo di limo o argilla si fa riferimento alla legge di Strokes (1880), la quale permette di determinare il diametro di una sfera (alla quale viene quindi approssimata ogni particella) avente peso specifico noto, della quale sia nota la velocità di caduta all'interno di un liquido di peso specifico e viscosità conosciuti.

Attraverso l'impiego di un densimetro, essendo nota la densità e la viscosità del liquido ed il peso specifico di ogni singola particella che si deposita nell'unità di tempo è possibile ricavare il diametro delle n particelle depositatesi al t_esimo istante e, da qui, risalire alla percentuale delle stesse sulle totali disperse in sospensione.

Diagrammando su di un grafico logaritmico i diametri ricavati e le corrispondenti percentuali si è in grado di ottenere la curva granulometrica della frazione fine costituente il campione di partenza.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Nella tabella seguente vengono sintetizzati i risultati (Cfr. in allegato le curve granulometriche dei campioni analizzati).

Campione	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla	Classificazione A.G.I.
S7	51,80	32,95	14,45	0,80	Ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)
K1 (0-1 m)	50,94	33,56	15,23	0,28	Ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)
K1 (1-2 m)	47,52	45,91	6,57	0,00	Ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

4. Modello geotecnico del sottosuolo e scelta dei parametri caratteristici del terreno

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche e sismiche del sottosuolo di fondazione delle opere in progetto, oltre alle prove eseguite, sono state valutate anche le informazioni derivanti da altre indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto nelle immediate vicinanze.

Le indagini hanno evidenziato un modello litostratigrafico omogeneo, con alcune piccole differenze negli spessori delle litozone individuate.

Lo schema litostratigrafico (modello geotecnico) del sottosuolo può essere così riassunto (le profondità sono riferite al p.c. di inizio prova coincidente con lo 0 RIF.):

- 0,0 – 2,0/3,0 m (prove P1 e P12 circa -4,0 m) da p.c. — Sabbie ghiaiose con qualche ciottolo poco addensate - **Orizzonte A**
- 2,0/3,0 – 16,5 m da p.c. — Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate **- Orizzonte B**
- Oltre 16,5 m da p.c. — Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti **- Orizzonte C**

Nelle tabelle seguente sono stati definiti gli intervalli di valori dei principali parametri geotecnici assegnati alle litozone individuate nel sottosuolo del sito oggetto d'intervento:

Sabbie ghiaiose con qualche ciottolo poco addensate - **Orizzonte A** (0,0 – 2,0/3,0 m da p.c. – circa -4,0 m nelle prove P1 e P12)

Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	3-5	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	4-7	colpi/piede
g (peso di volume)	18	KN/m^3
f (angolo di attrito)	27	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	110-130	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	30	%

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate **- Orizzonte B** (2,0/3,0 – 16,5 m da p.c.)

Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	20-25	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	>30	colpi/piede
g (peso di volume)	19	KN/m^3
f (angolo di attrito)	33-34	°
c (coesione)	0	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	280-330	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	65-75	%

Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti **- Orizzonte C** (Oltre 16,5 m da p.c)

Parametro	**Valore**	**Unità di misura**
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	20	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	>25	colpi/piede
g (peso di volume)	19	KN/m^3
f (angolo di attrito)	32	°
c (coesione)	0,1-0,2	Kg/cm^2
E (modulo di deformazione)	200	Kg/cm^2
Dr (densità relativa)	-	%

Di seguito si riportano quattro sezioni geotecniche con evidenziate le unità litotecniche sopra descritte con relativi spessori.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

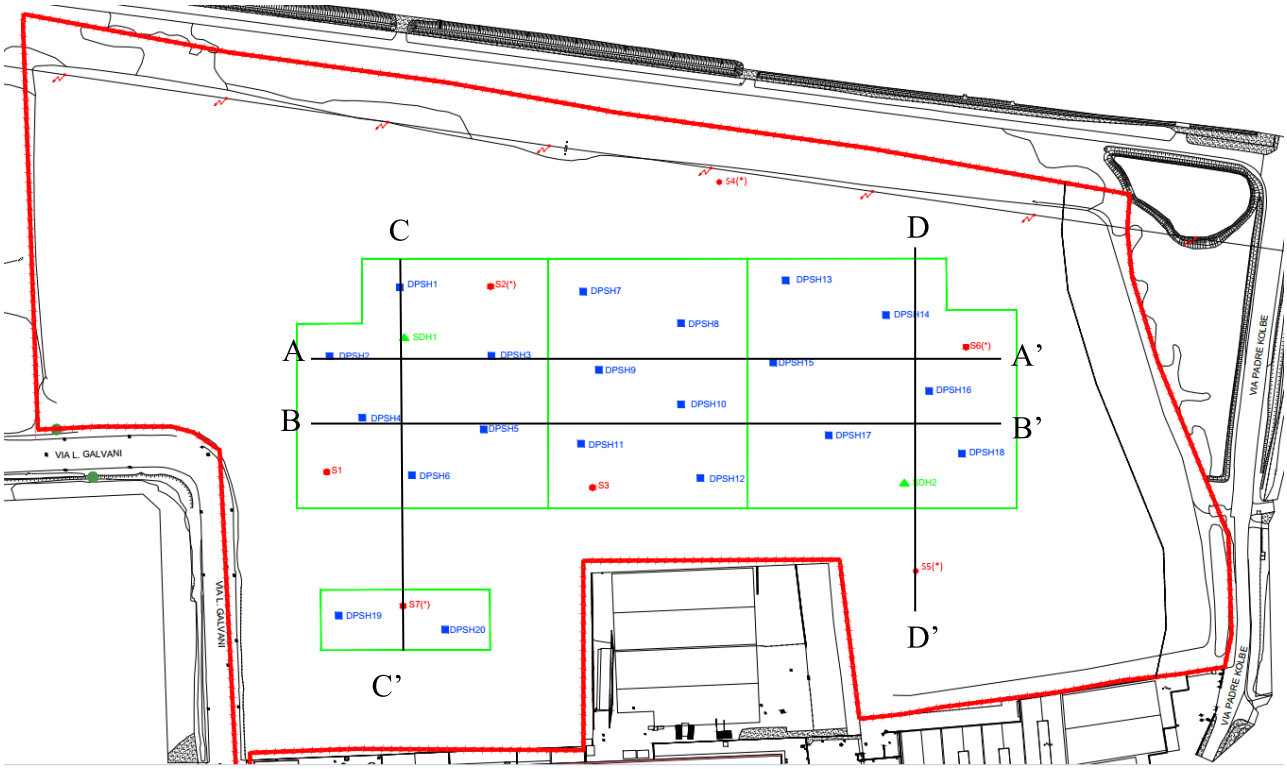
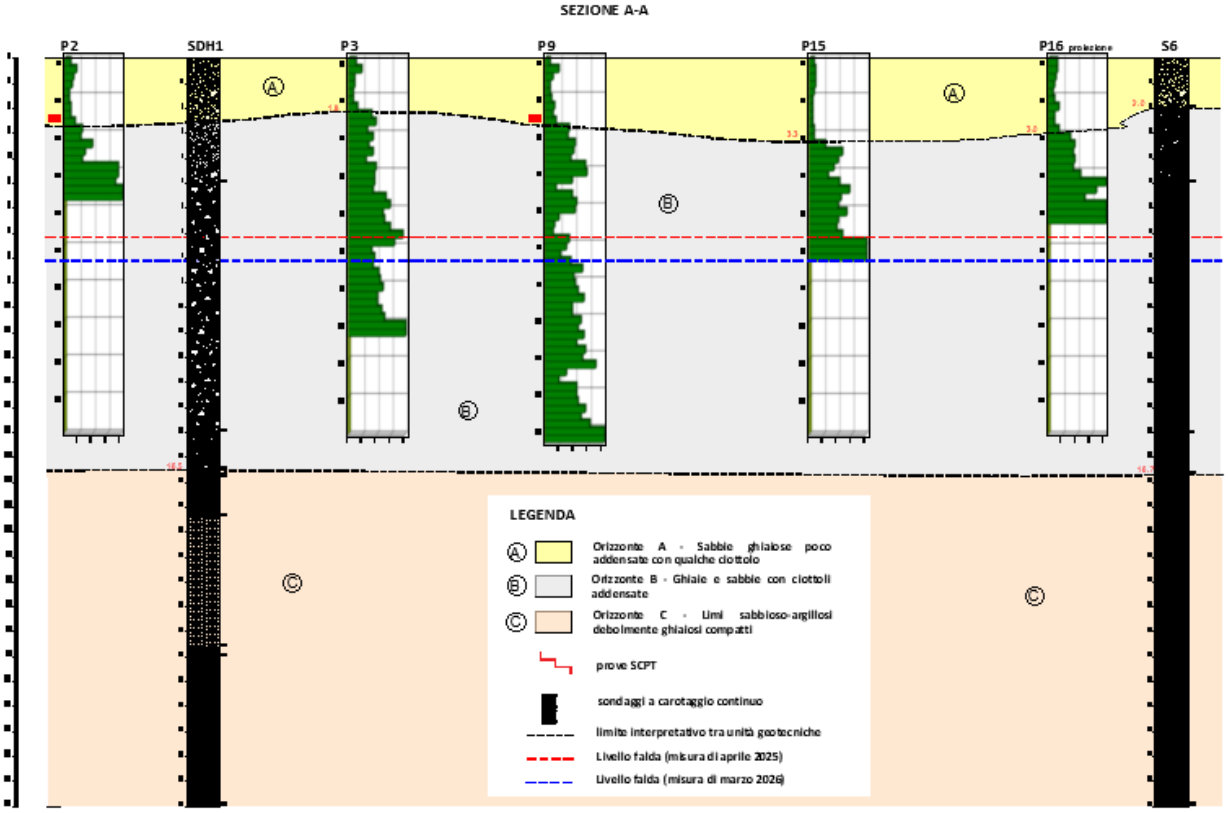


Fig. 10a - Tracce sezioni geotecniche (le prove DPSH corrispondono alle prove penetrometriche "P", mentre le SDH sono le prove Down Hole indicate come indagini "D"

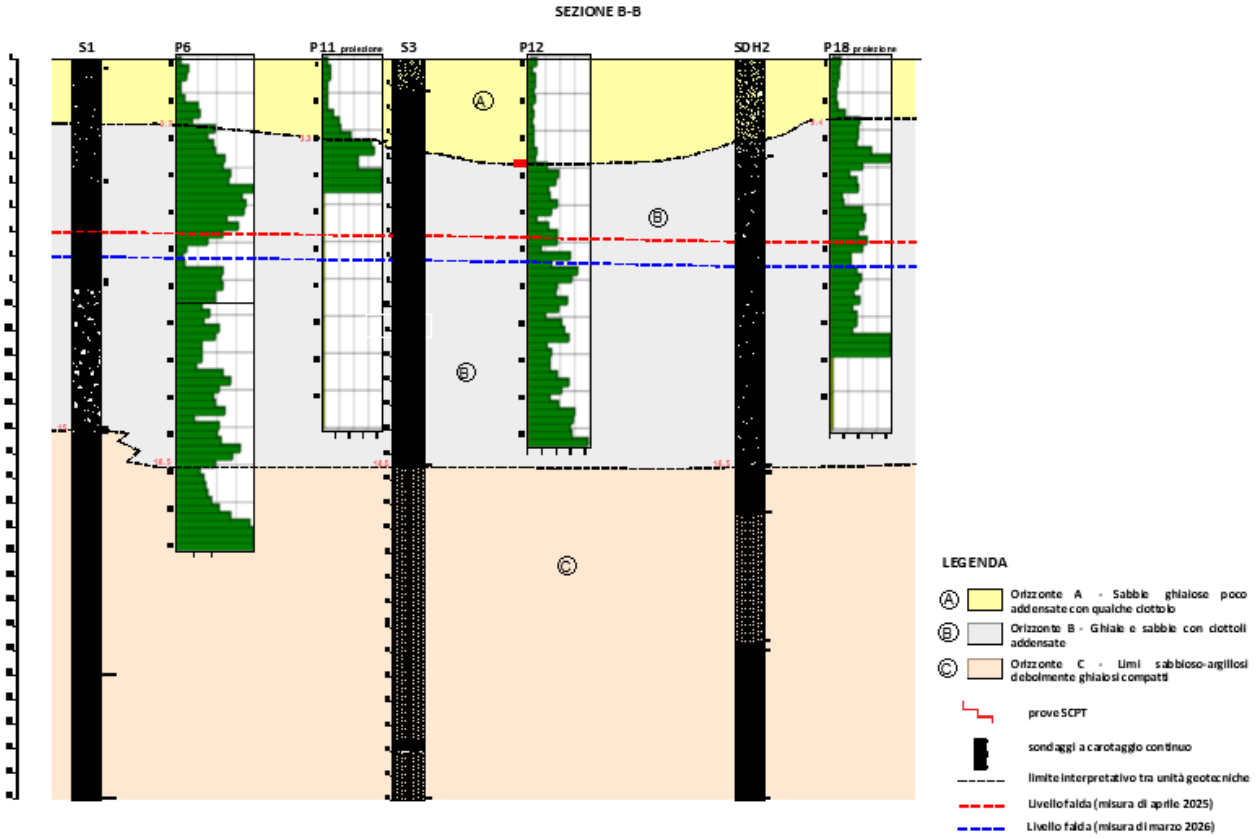
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

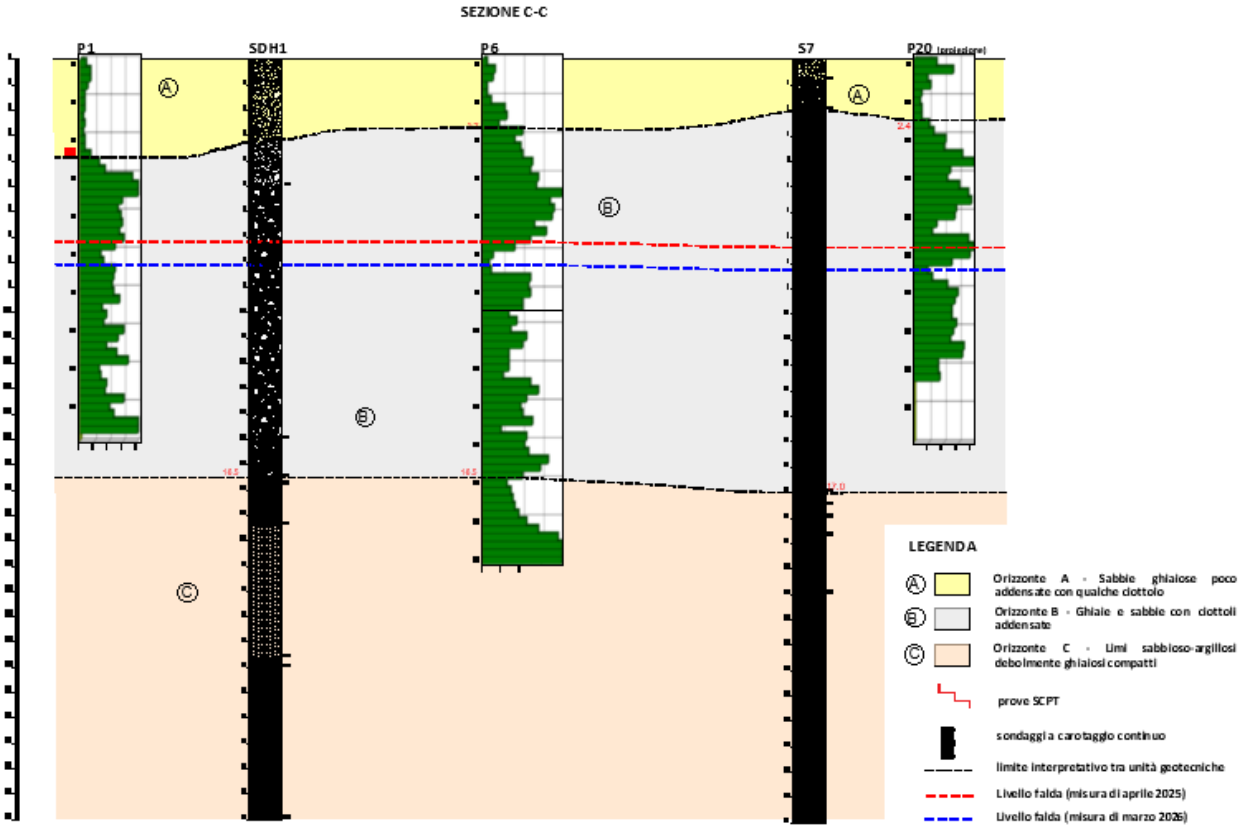
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it



Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

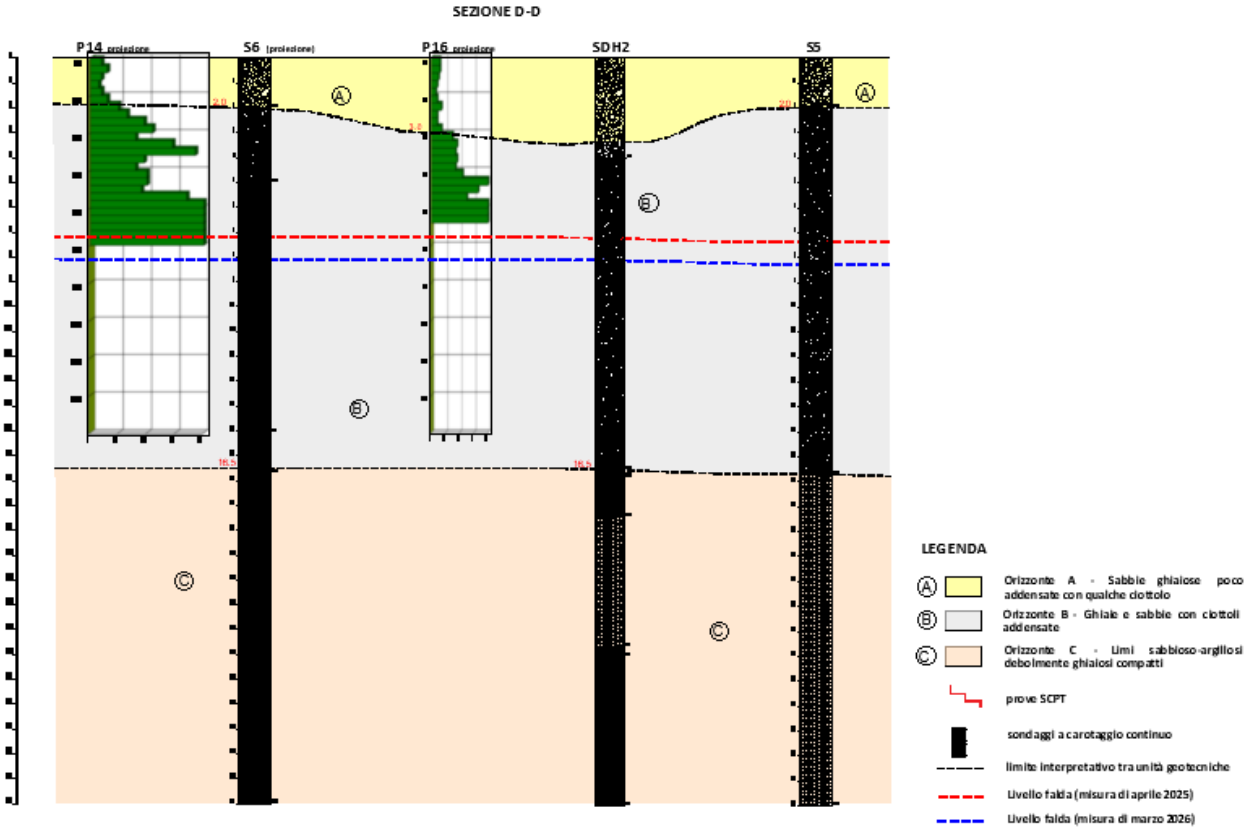


Fig. 10b – Sezioni geotecniche

N.B. La presente nota costituisce risposta tecnica ai punti 5.1, 5.2, 5.4, 5.6 e 5.7 della richiesta di documentazione integrativa formulata dalla Sottocommissione VIA con nota prot. MASE 2026-0039932 del 23 febbraio 2026, relativi alla campagna di caratterizzazione geotecnica del sito, alle prove di laboratorio e al modello stratigrafico-geotecnico a scala fondazionale.

Le considerazioni che seguono si fondano sul modello stratigrafico-geotecnico che evidenzia una successione dominata da materiali prevalentemente a grana grossa (sabbie e ghiaie), per i quali le metodologie di indagine in sito adottate rappresentano lo stato dell'arte riconosciuto dalla normativa tecnica vigente.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Punto 5.1 — Campagna di caratterizzazione geotecnica

Il modello stratigrafico-geotecnico del sito

Il modello stratigrafico-geotecnico definito sulla base delle indagini eseguite riconosce i seguenti orizzonti principali:

- 0,0 – 2,0/3,0 m (prove P1 e P12 circa -4,0 m) da p.c. — Sabbie ghiaiose con qualche ciottolo poco addensate - Orizzonte A
- 2,0/3,0 – 16,5 m da p.c. — Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate - Orizzonte B
- Oltre 16,5 m da p.c. — Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti (con frazione predominante limoso-sabbiosa) - Orizzonte C

Adeguatezza delle prove in sito adottate

Per terreni prevalentemente granulari come quelli presenti nel sito (orizzonti A, B e C), le normative tecniche di riferimento — NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018), Eurocodice 7 (EN 1997-1) e le linee guida CNR-AGI — prescrivono la caratterizzazione mediante prove in sito, tra cui:

- SPT (Standard Penetration Test): eseguite nei sondaggi a carotaggio per la stima di N_{spt} e la derivazione dei parametri di resistenza al taglio (φ') e di deformabilità (E, G) tramite le correlazioni empiriche consolidate (Meyerhof, Schmertmann e altri);
- Prove geofisiche (MASW, Down-hole): per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s e dei moduli elastici dinamici, fondamentali per la classificazione sismica del sito ai sensi delle NTC 2018;
- Prove di permeabilità Lefranc: per la caratterizzazione idrogeologica degli orizzonti;
- Prove penetrometriche dinamiche SCPT.

Tali prove sono state eseguite nel corso della campagna geognostica e i loro risultati costituiscono la base del modello geotecnico adottato per il dimensionamento delle fondazioni.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Punto 5.2 — Motivazione tecnica dell'assenza di prove di laboratorio

Inapplicabilità del campionamento indisturbato

La richiesta di prove di laboratorio su campioni indisturbati (prove di taglio diretto, edometriche e triassiali UU/CU/CD) è tecnicamente fondata per terreni coesivi (argille, limi plastici con indice di plasticità Ip > 7–10%), dai quali è possibile estrarre campioni con la struttura originaria preservata mediante campionatori a parete sottile (tipo Shelby).

Nei terreni granulari presenti in tutti gli orizzonti del sito in esame, tale campionamento è tecnicamente non eseguibile con le normali attrezzature da sondaggio: la struttura del terreno viene inevitabilmente alterata durante l'estrazione e la risalita del campionatore, rendendo i provini non rappresentativi delle condizioni in situ.

Inapplicabilità delle prove di laboratorio richieste

Le specifiche prove richieste al punto 5.2 presentano le seguenti limitazioni per i materiali presenti:

- Prove di taglio diretto e triassiali (UU/CU/CD): richiedono la confezione di provini coesivi stabili, impossibile per sabbie e ghiaie prive di coesione reale. L'esecuzione su materiale ricostituito non sarebbe rappresentativa delle condizioni stratigrafiche naturali.
- Prove edometriche: concepite per la determinazione dei parametri di compressibilità e consolidazione (mv, cv, σ'p) di terreni argillosi a grana fine. Per materiali granulari privi di compressibilità secondaria rilevante, tali determinazioni non hanno significato fisico nell'ambito della progettazione geotecnica.
- I parametri geotecnici degli orizzonti B e C (sabbie ghiaiose e limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi, con frazione predominante limoso-sabbiosa) sono stati derivati mediante correlazioni con i valori SPT, metodologia riconosciuta e consolidata per questo tipo di litologie nella pratica geotecnica italiana.

Punto 5.4 — Modello stratigrafico-geotecnico a scala fondazionale

In riscontro alla richiesta di cui al punto 5.4, si precisa che la Relazione Geologica comprende un modello stratigrafico-geotecnico a scala fondazionale strutturato su quattro sezioni geotecniche significative, il cui tracciato è stato appositamente posizionato in corrispondenza degli edifici e delle opere in progetto.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Le sezioni riportano i profili verticali della successione litostratigrafica intercettata dalle indagini geognostiche, con indicazione degli orizzonti geotecnici riconosciuti (Orizzonte A, B e C) e della quota piezometrica della falda, garantendo una rappresentazione spazialmente significativa del sottosuolo nelle aree di maggiore interesse fondazionale.

Si allegano i seguenti elaborati grafici:

- Planimetria con traccia delle sezioni geotecniche;
- Sezioni geotecniche A-A', B-B', C-C' e D-D', con indicazione della stratigrafia, degli orizzonti geomeccanici, dei valori N_{scpt} e della quota della falda freatica.

Tali elaborati soddisfano il requisito di cui al punto 5.4 della richiesta integrativa.

Sintesi valutativa

In sintesi, la campagna geognostica eseguita è pienamente adeguata alle caratteristiche litologiche del sito, dominato da materiali prevalentemente granulari per i quali:

- il campionamento indisturbato non è tecnicamente eseguibile;
- le prove di laboratorio richieste (taglio diretto, edometrica, triassiale) non sono applicabili né significative;
- la caratterizzazione mediante prove in sito (SPT, MASW/geofisica, Lefranc) rappresenta la metodologia corretta e riconosciuta dalle NTC 2018 e dall'Eurocodice 7.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

5. *Analisi dell'azione sismica*

Il territorio comunale di **Sedriano** ricade, per quanto indicato in Allegato A della D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "elenco dei comuni con indicazione delle relative zone sismiche e dell'accelerazione massima (agmax) presente all'interno del territorio comunale" **in ZONA 4** (ag≤ 0.05).

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} (come definite di seguito), nel periodo di riferimento V_R (come definito di seguito). In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Le forme spettrali di interesse sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ✓ a_g accelerazione orizzontale massima al sito (m/s^2);
- ✓ F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (-).
- ✓ TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (sec).

5.1. Definizione della vita nominale dell'opera

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. seguente.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Vita nominale V_N per diversi tipi di opere.

Per l'opera in oggetto la vita nominale si assume pari a **50 anni**.

5.2. Definizione delle classi d'uso per l'opera

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'opera in oggetto la classe d'uso di riferimento è la **Classe IV**: **costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti**

5.3. Definizione del periodo di riferimento per l'opera

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso CU:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Valori del coefficiente d'uso C_U.

Se VR ≤ 35 anni si pone comunque V_R = 35 anni.

Per il caso in esame ne consegue che $\mathbf{V_R} = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2{,}0 =$ **100 anni**

5.4. Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

La scelta dello stato limite di riferimento per il caso in esame è lo SLO (con PVR 81%).

5.5. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Categorie di sottosuolo

Per quanto riguarda i fenomeni di amplificazione stratigrafica si ritiene lecito applicare il metodo semplificato basato sulla definizione della categoria di sottosuolo del sito (NTC 2018 p.to 3.2.2).

Le categorie di suolo di fondazione, secondo l'OPCM 3274 e s.m.i. e il D.M. 17.01.2018 risultano così identificate (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI
		Vs30 m/s
A	*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi*	**Vs > 800**
B	*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità*	**360 < Vs < 800**
C	*Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*	**180 < Vs < 360**
D	*Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*	**Vs < 180**
E	*Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di **VS30** simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s*	

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Sulla base delle prove Down Hole eseguite dalla ditta S.In.Ge.A nel mese di aprile 2025 e le prove MASW eseguite dallo scrivente si può affermare che per il terreno in esame la categoria di suolo è assimilabile al **Tipo C:** *"Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, caratterizzati da valori di Vs compresi tra 180 e 360 m/s"*.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione della tabella seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Le suddette categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab precedente, in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T.

Per il caso in esame la categoria di riferimento è la T1, da cui ST = 1,0.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

5.6. Calcolo dei coefficienti sismici

Sulla base dei dati tipici del sito in esame citati nei precedenti paragrafi vengono calcolati i seguenti parametri sismici.

- Coordinate WGS84: Lat 45.502285 - Lng 8.969774

- Classe d'uso IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti

- Vita nominale: 50 [anni]

Stati limite

Classe Edificio: IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 2

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc^* [s]
Operatività (SLO)	60	0.022	2.531	0.187
Danno (SLD)	101	0.027	2.593	0.207
Salvaguardia vita (SLV)	949	0.049	2.721	0.305
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0.057	2.803	0.323
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 — us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,83	1,77	1,55	1,52
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.007	0.008	0.015	0.017
kv	0.003	0.004	0.007	0.009
Amax [m/s²]	0.319	0.392	0.715	0.836
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Fig.11: Parametri sismici attesi al sito per i diversi Stati Limite

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

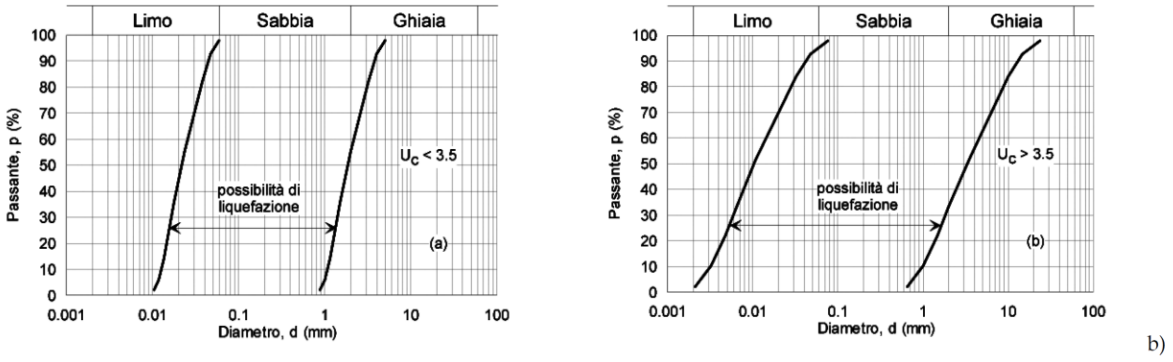
6. Verifica alla liquefazione

Ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 19/6/1984 e dell'attuale D.M. 17/01/2018, in aree classificate sismiche deve essere valutata la possibilità che insorgano fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione in seguito alle vibrazioni prodotte dalle scosse telluriche.

I fenomeni di liquefazione possono verificarsi in particolari condizioni, come quelle indotte da un sisma di Magnitudo superiore a 6, in terreni a granulometria fine (sabbioso-limosi), allo stato sciolto o poco addensato, in falda oppure interessati dalla oscillazione della falda stessa.

Al paragrafo 7.11.3.4 del DM 17.01.2018 è ribadito che tali analisi possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.



Nel caso in esame è verificata la **condizione n. 1**, quindi l'analisi alla liquefazione può essere omessa. **Si ritiene pertanto che nelle profondità indagate non siano presenti orizzonti sciolti potenzialmente liquefacibili.**

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

7. *Pericolosità Sismica Locale ai sensi della DGR n. IX/2616*

La valutazione dell'amplificazione sismica locale è stata definita con la metodologia prevista dalla Regione Lombardia nella delibera della giunta regionale n.IX/2616 del 30 novembre 2011 – allegato 5. Tale procedura permette, in relazione alle caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche una valutazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi.

In particolare attraverso la definizione del fattore di amplificazione viene valutato il grado di protezione raggiunto dalla normativa vigente nel tenere in considerazione gli effetti sismici.

7.1. Analisi sismica di primo livello

Nel PGT comunale l'area in esame viene classificata come soggetta a fenomeni di amplificazione litologica e geometrica, ovvero come **Zona Z4a**: "Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti (depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi)".

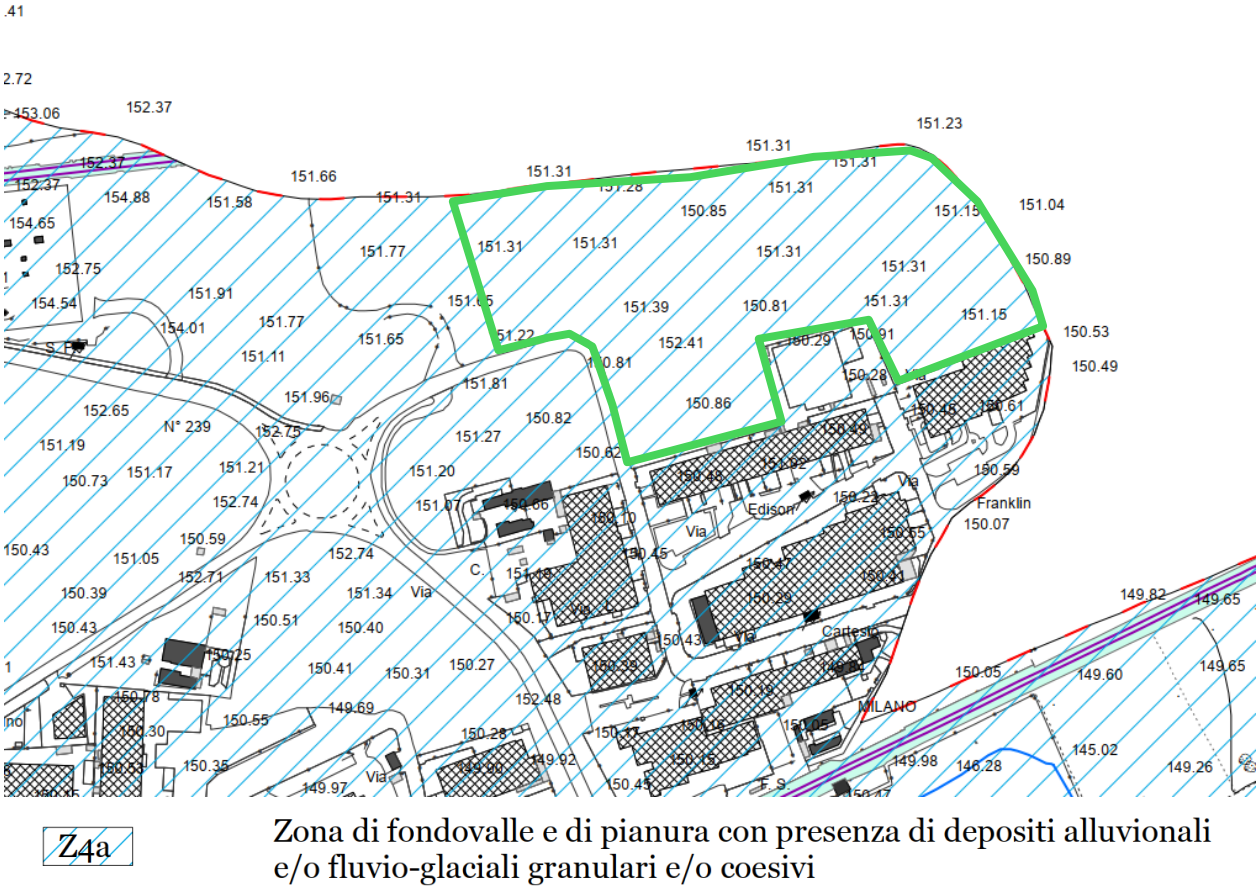


Fig. 12 – Stralcio della carta di Pericolosità Sismica Locale allegata al PGT comunale (in verde l'area in esame)

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

7.2. Analisi sismica di secondo livello

Per l'area in esame è stata eseguita una analisi sismica di secondo livello secondo la procedura descritta all'allegato 5 della DGR 2616/2011.

Il 2° livello si applica in zona sismica 2 e 3 a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4).

La procedura, descritta nell'allegato 5 della DGR 2616/2011, consiste in un approccio di tipo semi quantitativo e fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa), valore che si riferisce agli intervalli di periodo (T) tra 0,1-0,5s e 0,5-1,5s. I due intervalli di periodo sono stati scelti in funzione delle tipologie edilizie presenti sul territorio lombardo. Tipologie caratterizzate da edifici fino a 5 piani, regolari e rigidi (primo intervallo) e da edifici con strutture alte e flessibili a più di 5 piani (secondo intervallo).

La procedura prevede di valutare il valore di Fa con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata. Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di Fa è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di Fa è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

I valori di soglia per il comune di *Sedriano* (contenuti nella banca dati del sito web della Regione Lombardia), relativamente ai periodi 0,1-0,5 e 0,5-1,5 sono i seguenti:

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1 - 0.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	tipo B	tipo C	tipo D	tipo E
Sedriano	3	1,4	1,8	2,4	1,9
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5 - 1.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	tipo B	tipo C	tipo D	tipo E
Sedriano	3	1,7	2,4	4,1	3,0

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

La scelta delle schede di riferimento da utilizzare per l'analisi di 2° livello è stata effettuata verificando la validità sulla base dell'andamento delle Vs con la profondità dedotto dalla prova sismica masw eseguita.

È stata individuata la seguente scheda di riferimento (vedi sotto):

- Scheda sabbiosa (curva 2 verde)

Per le prove Down Hole (S-DH1 e S-DH2) e masw (MASW 1 e MASW2) i valori di Fa per i due intervalli calcolati con la scheda sono stati quindi confrontati con i valori di soglia previsti per il tipo litologico C (O.P.C.M. n.3274).

I valori di T (Periodo proprio del sito) ottenuti sono i seguenti:

Prova	**Periodo T**
MASW 1	0,31
MASW 2	0,40
S-DH1	0,34
S-DH2	0,34

Applicando le relative formule sono stati ottenuti i seguenti valori di Fa:

Prova	**Fa (periodo 0.1-0.5 s)**	**Fa (periodo 0.5-1.5 s)**
MASW 1	1,70	1,44
MASW 2	1,63	1,65
S-DH1	1,69	1,51
S-DH2	1,69	1,51

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

SDH 1

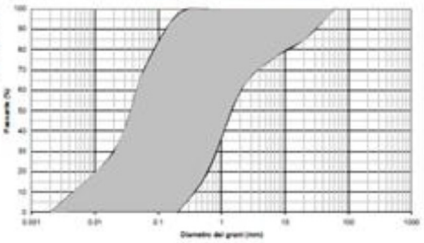
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

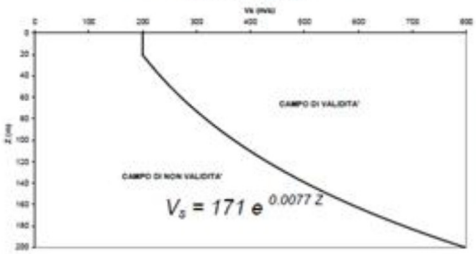
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



Profondità primo strato (m)

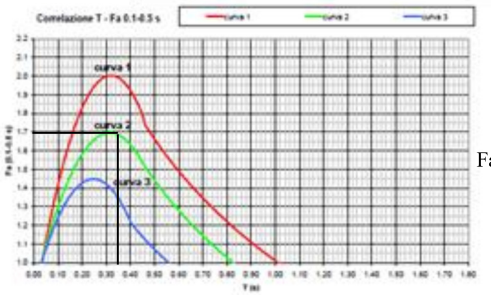
Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2																		
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2					NA	NA	NA					
400															NA	NA	NA	NA				
450																NA	NA	NA	NA			
500																	NA	NA	NA	NA		
600																	NA	NA	NA	NA	NA	
700																	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s

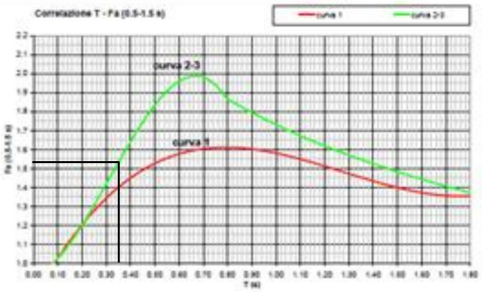
Vs < 300 m/s
Vs > 500 m/s
5 - 12 m

Fa=1,69



T=0,34

Fa=1,51



T=0,34

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	0.03 ≤ T ≤ 0.50	0.50 < T ≤ 1.00	T > 1.00
	$Fa_{0.1\div0.5} = -12.21\ T^2 + 7.79\ T + 0.76$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$
2	0.03 ≤ T ≤ 0.45	0.45 < T ≤ 0.80	T > 0.80
	$Fa_{0.1\div0.5} = -8.65\ T^2 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1\div0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$
3	0.03 ≤ T ≤ 0.40	0.50 < T ≤ 0.55	T > 0.55
	$Fa_{0.1\div0.5} = -9.68\ T^2 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1\div0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$

Curva			
1		0.08 ≤ T ≤ 1.80	
		$Fa_{0.5\div1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.81$	
2	3	0.08 ≤ T < 0.80	0.80 ≤ T ≤ 1.80
		$Fa_{0.5\div1.5} = -5.11\ T^3 + 5.79\ T^2 + 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.5\div1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

SDH2

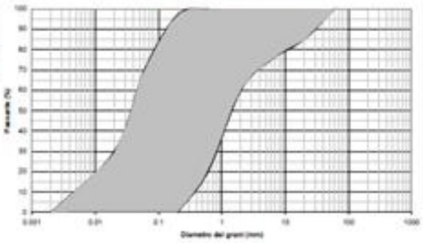
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

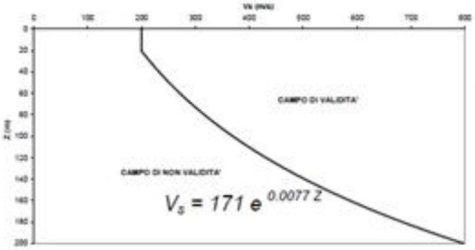
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



Profondità primo strato (m)

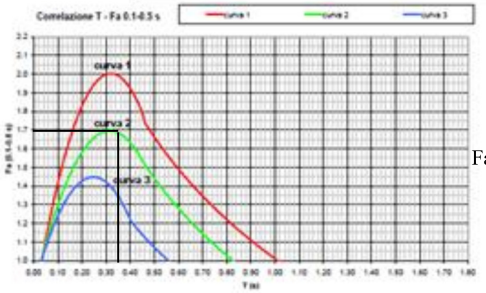
Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2																		
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2					NA	NA	NA					
400															NA	NA	NA	NA				
450																NA	NA	NA	NA			
500																	NA	NA	NA	NA		
600																	NA	NA	NA	NA	NA	
700																	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s

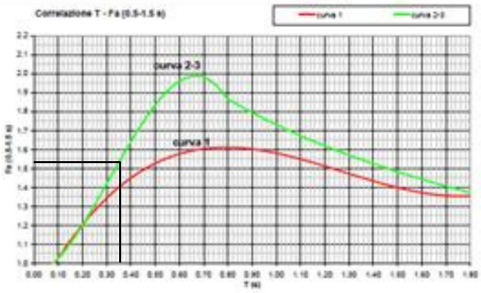
Vs < 300 m/s
Vs > 500 m/s
5 - 12 m

Fa=1,69



T=0,34

Fa=1,51



T=0,34

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \le T \le 0.50$	$0.50 < T \le 1.00$	$T > 1.00$
	$Fa_{0.1\div0.5} = -12.21\ T^2 + 7.79\ T + 0.76$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$
2	$0.03 \le T \le 0.45$	$0.45 < T \le 0.80$	$T > 0.80$
	$Fa_{0.1\div0.5} = -8.65\ T^2 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1\div0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$
3	$0.03 \le T \le 0.40$	$0.50 < T \le 0.55$	$T > 0.55$
	$Fa_{0.1\div0.5} = -9.68\ T^2 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1\div0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1\div0.5} = 1.00$

Curva			
1		$0.06 \le T \le 1.80$	
		$Fa_{0.5\div1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.81$	
2	3	$0.06 \le T < 0.80$	$0.80 \le T \le 1.80$
		$Fa_{0.5\div1.5} = -6.11\ T^3 + 5.79\ T^2 + 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.5\div1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

MASW 1

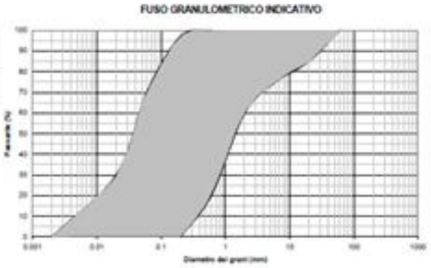
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

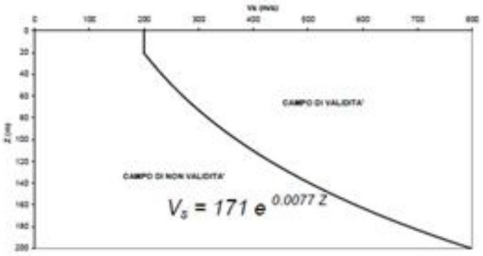
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA

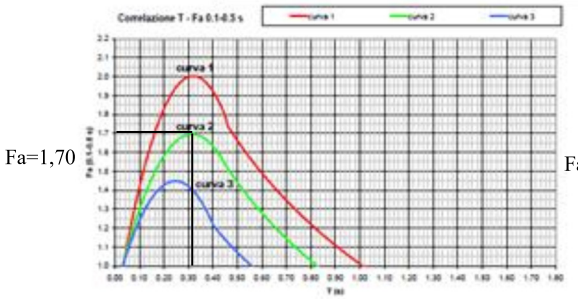


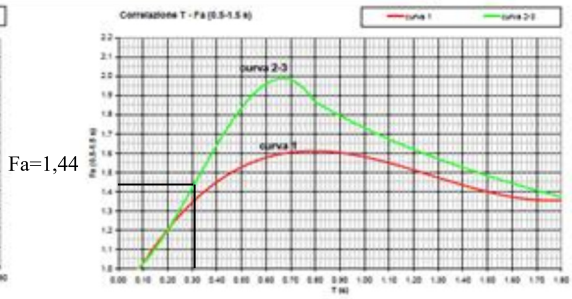
Profondità primo strato (m)

Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2																		
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA	NA	NA					
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2					NA	NA	NA					
400															NA	NA	NA	NA				
450																NA	NA	NA	NA			
500																	NA	NA	NA	NA		
600																	NA	NA	NA	NA	NA	
700																	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s





Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	0.03 ≤ T ≤ 0.50	0.50 < T ≤ 1.00	T > 1.00
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -12.21\ T^2 + 7.79\ T + 0.78$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$
2	0.03 ≤ T ≤ 0.45	0.45 < T ≤ 0.80	T > 0.80
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -8.65\ T^2 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 0.83 - 0.98 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$
3	0.03 ≤ T ≤ 0.40	0.50 < T ≤ 0.55	T > 0.55
	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = -9.68\ T^2 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1\text{-}0.5} = 1.00$

Curva			
1		0.08 ≤ T ≤ 1.80	
		$Fa_{0.5\text{-}1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.81$	
2	3	0.08 ≤ T < 0.80	0.80 ≤ T ≤ 1.80
		$Fa_{0.5\text{-}1.5} = -6.11\ T^3 + 5.79\ T^2 + 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.5\text{-}1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

MASW 2

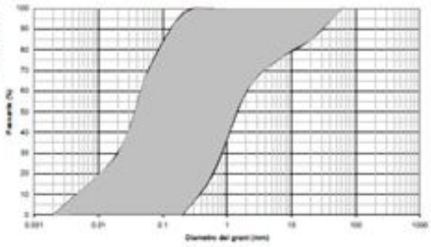
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

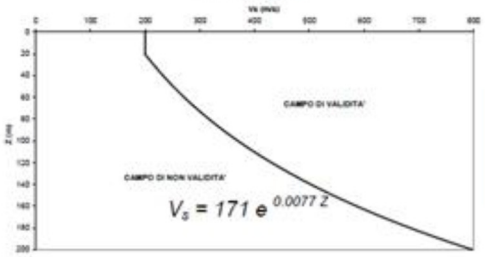
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



Profondità primo strato (m)

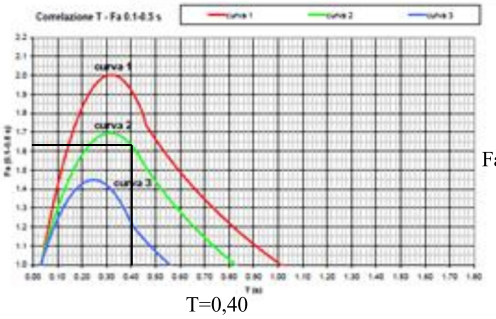
Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2	1	1	1	1	1	1												
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2			NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2					NA	NA	NA					
400		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		NA	NA	NA	NA				
450		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		NA	NA	NA	NA			
500		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA		
600		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	
700		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s

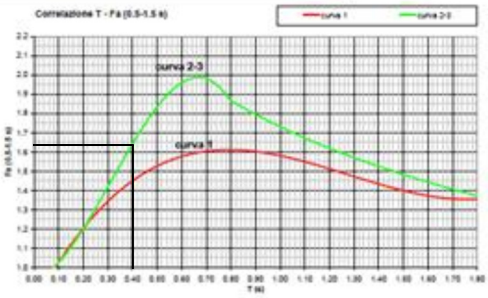
Vs < 300 m/s — 5 - 12 m
Vs > 500 m/s

Fa=1,63



T=0,40

Fa=1,65



T=0,40

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \le T \le 0.50$	$0.50 < T \le 1.00$	$T > 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.21\ T^2 + 7.79\ T + 0.76$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	$0.03 \le T \le 0.45$	$0.45 < T \le 0.80$	$T > 0.80$
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.65\ T^2 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \le T \le 0.40$	$0.50 < T \le 0.55$	$T > 0.55$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.68\ T^2 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Curva		
1	$0.08 \le T \le 1.80$	
	$Fa_{0.8-1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.61$	
2	$0.08 \le T < 0.80$	$0.80 \le T \le 1.80$
	$Fa_{0.8-1.5} = -6.11\ T^3 + 5.79\ T^2 + 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.8-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

I valori di Fa per i due intervalli calcolati con la scheda vanno confrontati con i valori di soglia previsti per il tipo litologico C (O.P.C.M. n.3274).

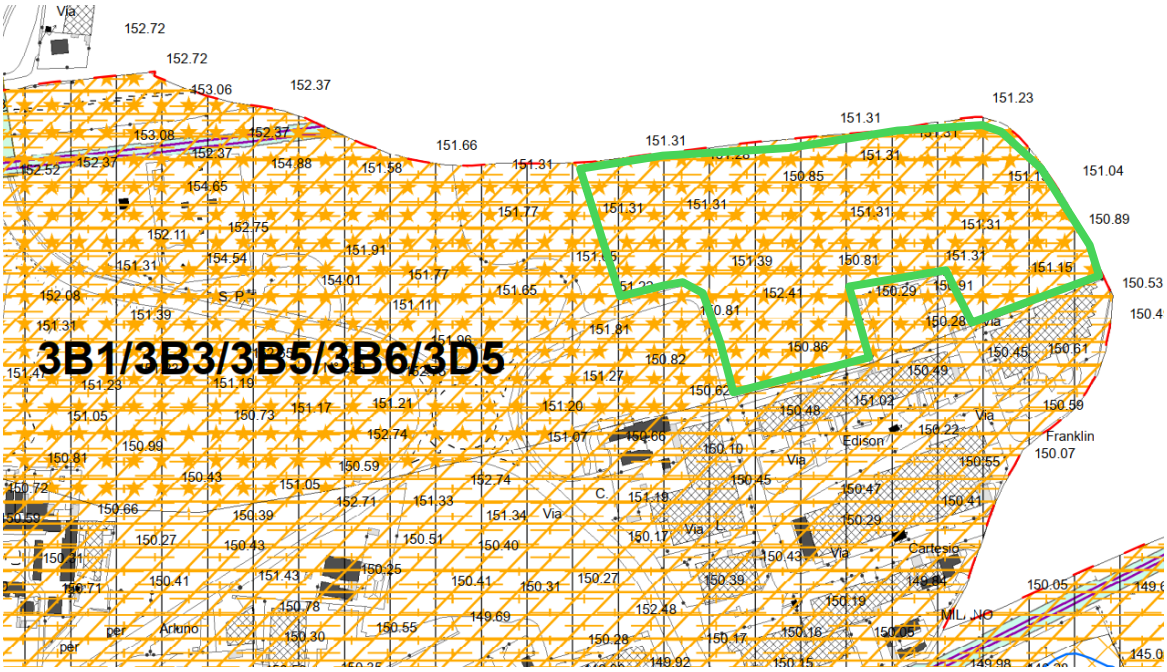
Tutti i valori di Fa ottenuti sono inferiori ai valori soglia per il suolo di tipo C.

Alla luce dei risultati dell'analisi sismica di 2° livello effettuata, la categoria di sottosuolo ricavata secondo le procedure contenute nella normativa antisismica (D.M.17.01.2018) è **sufficiente** a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica propri del sito per le strutture con periodo proprio compreso tra 0.1-0.5 s e anche per le strutture con periodo compreso tra 0.5 e 1.5 s.

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

8. Verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011

LA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA allegata al PGT, redatta ai sensi della L.R. 12/05 (vedi stralcio allegato in fig.9), attribuisce all'area in esame una **CLASSE DI FATTIBILITÀ 3B1-3B3-3B5-3B6-3D5:** fattibilità *con consistenti limitazioni*.



B - AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

4B2 - Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili)

3B1/3B3 - Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero. Aree a bassa soggiacenza della falda

3B5 - Ambiti di influenza del Canale Villoresi

3B6 - Ambiti di ricarica prevalente della falda

D - AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

3D5 - Area con presenza di terreni sciolti con discrete caratteristiche geotecniche fino a 5 m di profondità.

3D6 - Area con possibile presenza di terreni coesivi con scadenti caratteristiche geotecniche fino a 5 m di profondità.

Fig. 13 – Stralcio della carta della fattibilità allegata al PGT comunale. In verde l'area in esame.

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Con riferimento alla Carta dei vincoli allegata al PGT comunale l'intervento in progetto non interferisce né con le zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile né con le aree di pertinenza idraulica (fasce di rispetto) dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore.

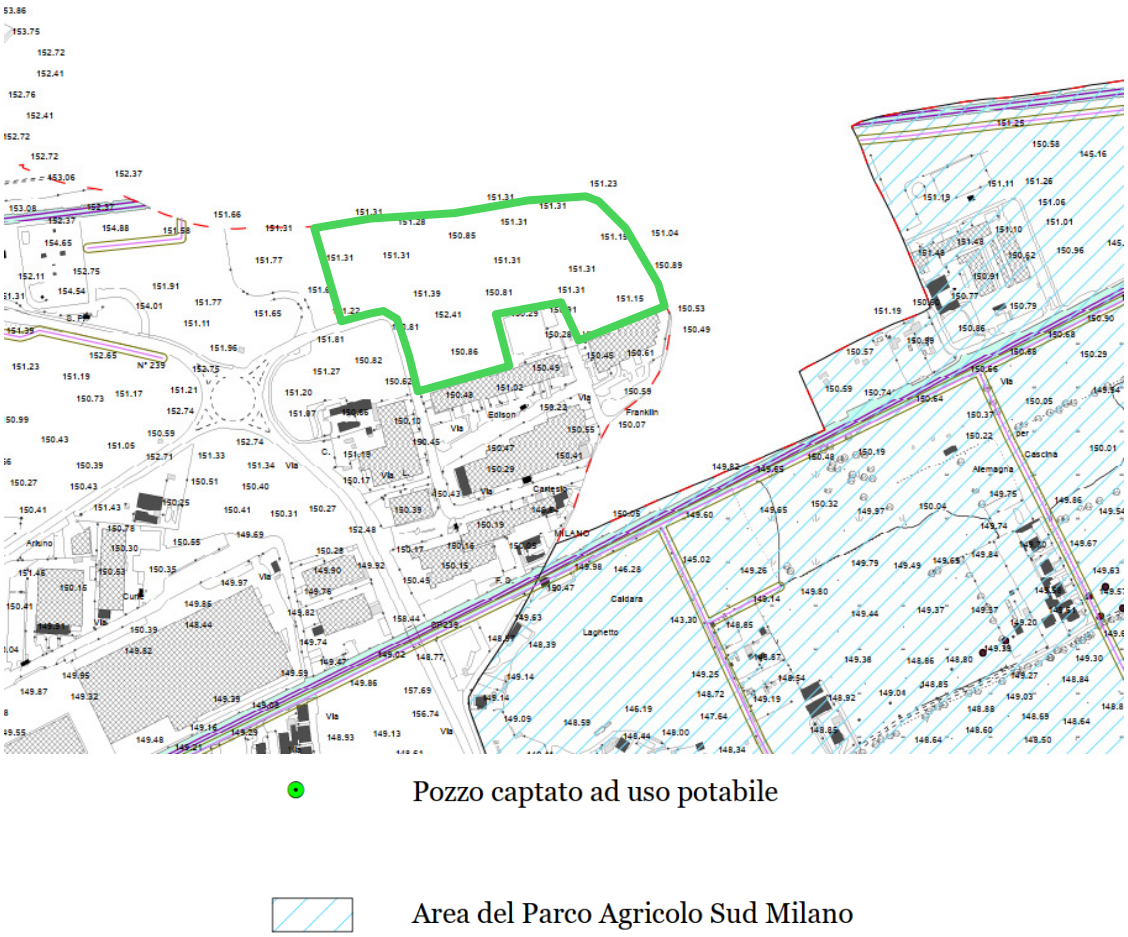


Fig. 14 – Stralcio della carta dei vincoli allegata al PGT comunale. In verde l'area in esame.

L'area in esame **non** è soggetta a rischio alluvioni come anche evidenziato nelle mappe delle aree allagabili definite nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni").

Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

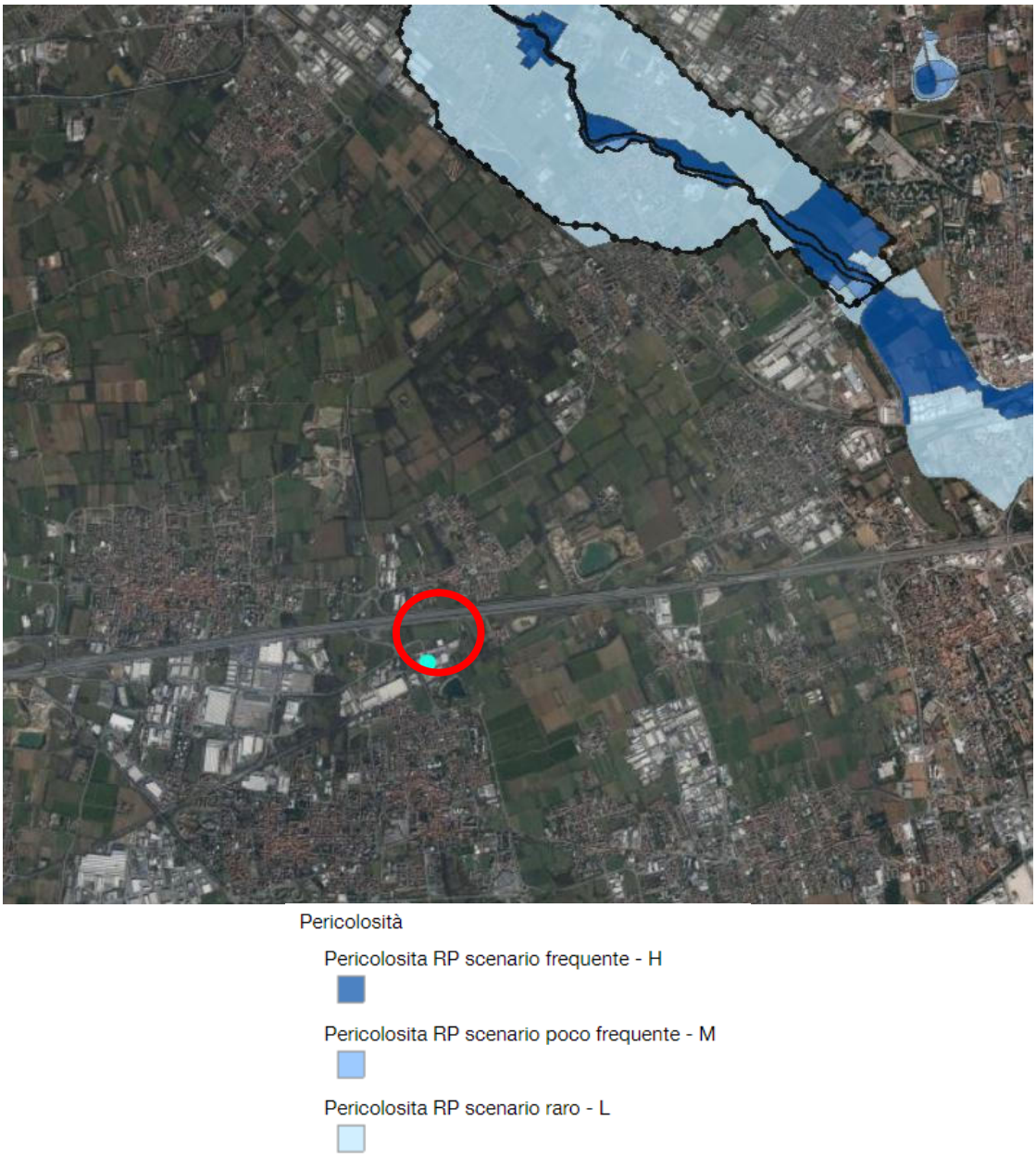


Fig. 15 - Mappatura della pericolosità del PGRA del territorio occupato dall'area di esame (in rosso)

Via Concesa 3,
20069 **Vaprio D'Adda (MI)**
Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it

Da un punto di vista del rischio geologico, idrogeologico, idraulico e sismico locale non si rilevano particolari fattori limitativi o di rischio.

Ai sensi della D.G.R. 2616/2011, si ritiene pertanto fattibile da un punto di vista geologico, idrogeologico, idraulico e sismico l'intervento prospettato.

Inoltre, durante lo studio di progetto ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le costruzioni" dovrà essere presentata idonea relazione geotecnica (R2) contenente i calcoli di stabilità dell'opera e firmata da tecnico abilitato.

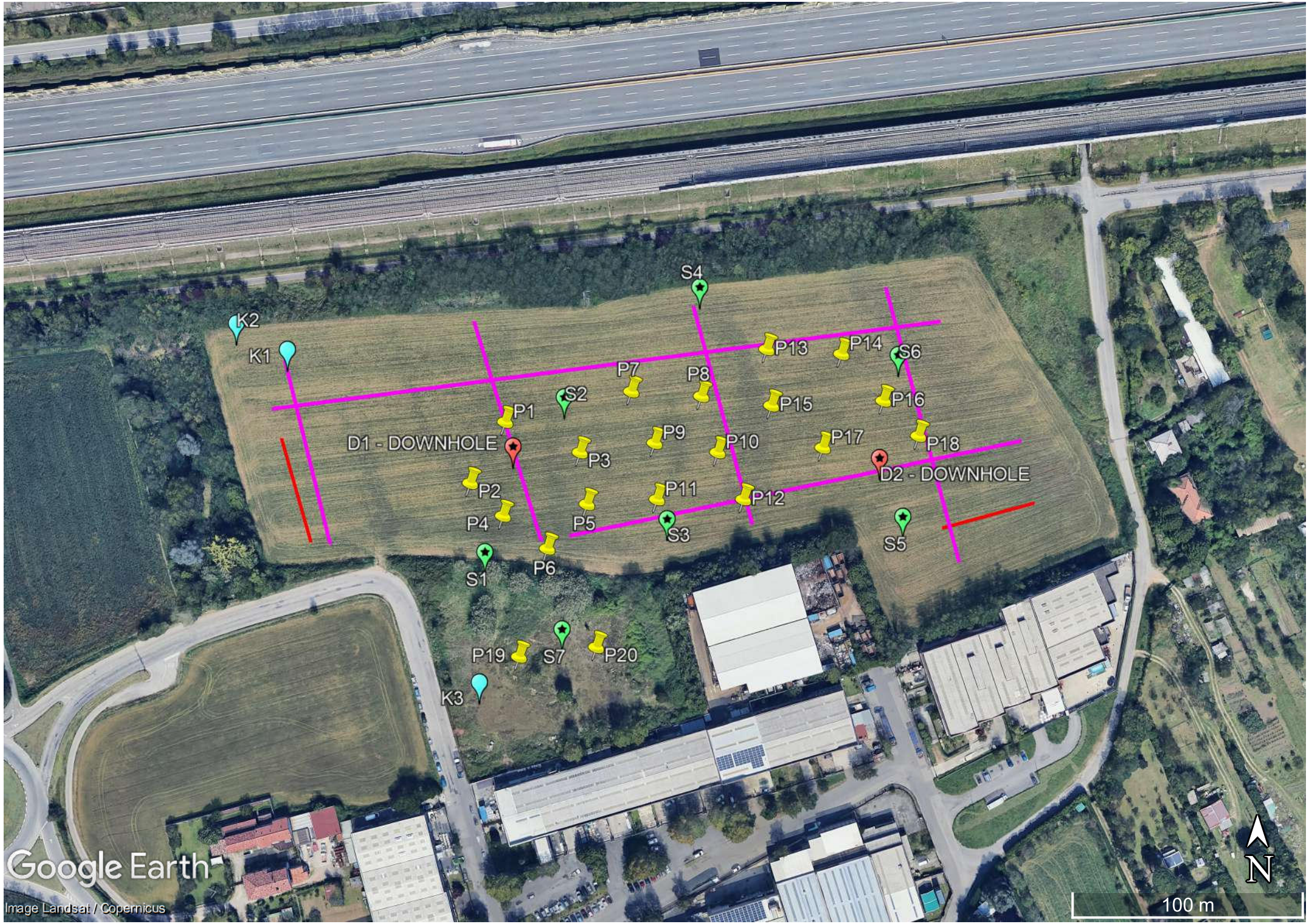
Vaprio d'Adda, 29/04/2026 Dott. Geol. Carlo Leoni

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
LEONI CARLO DANIELE geologo specialista Albo n. 776 AP sezione A

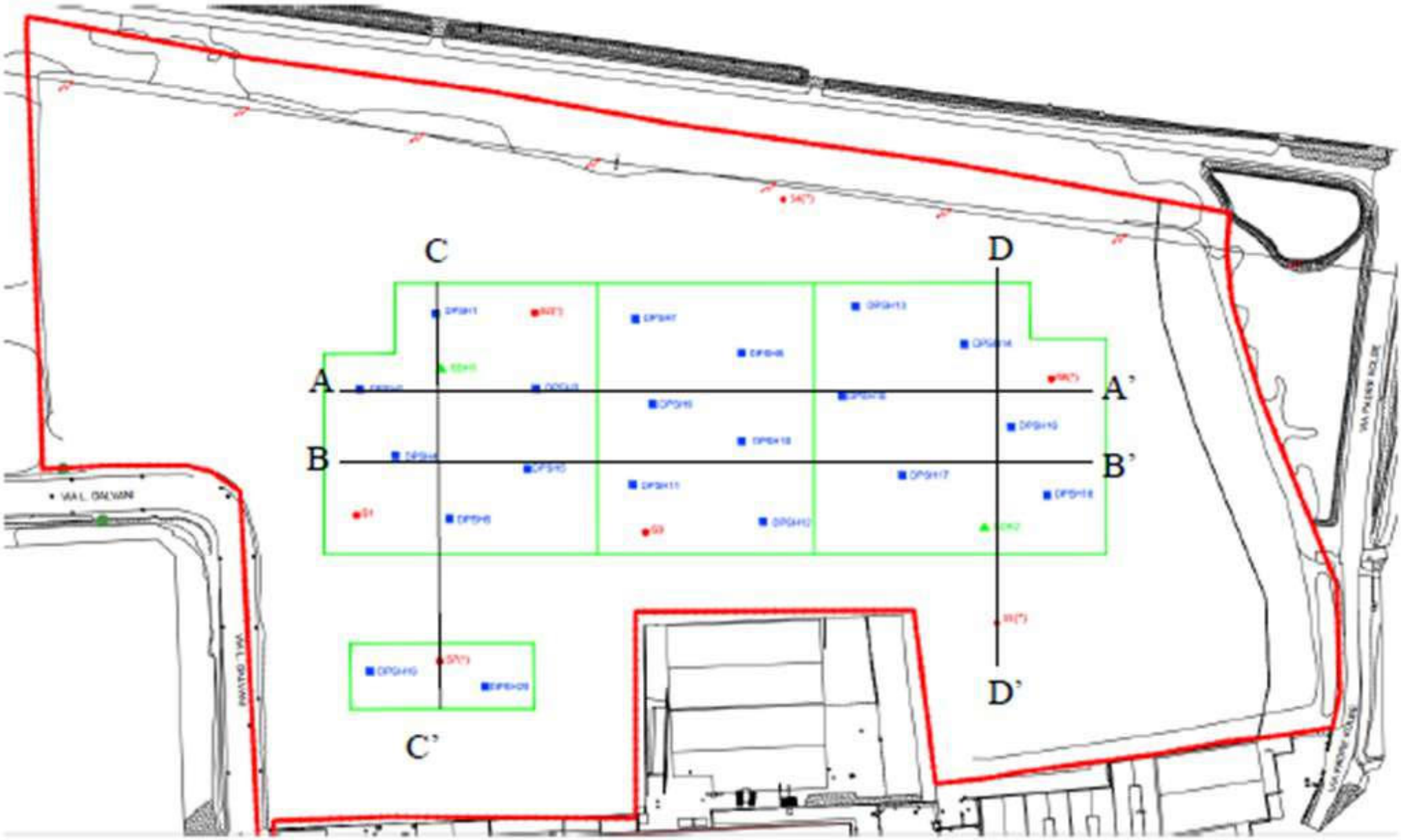
Via Concesa 3,
20069 Vaprio D'Adda (MI)

Tel. 02 957 61942
Cell. 348 265 9797

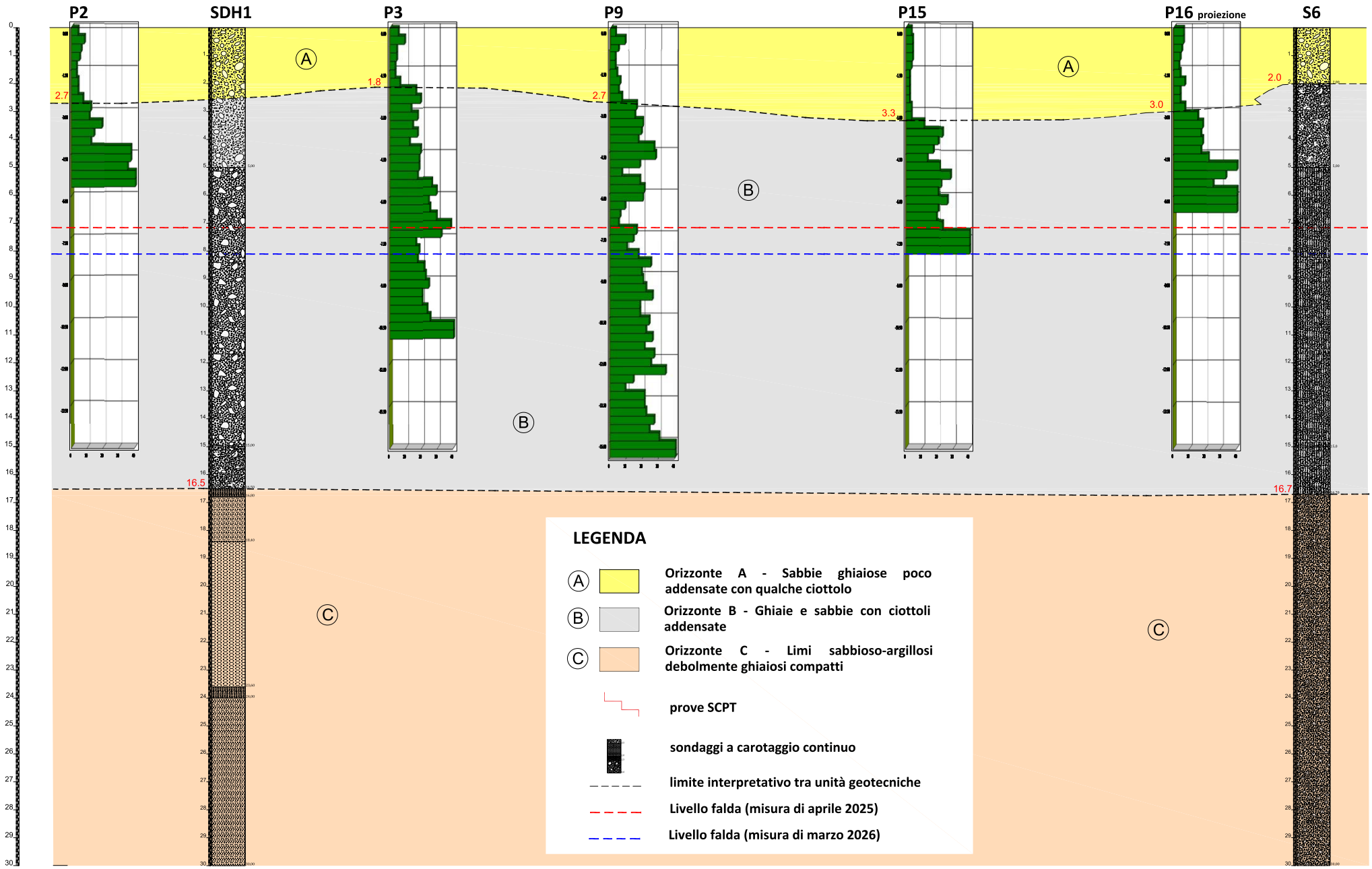
carloleoni@geoarbor.it
www.geoarbor.it


S4
K2
K1
P13
P14
S6
P7
P8
S2
P15
P16
P1
P9
D1 - DOWNHOLE
P10
P17
P18
P3
D2 - DOWNHOLE
P2
P11
P12
P4
P5
S3
S5
S1
P6
P19
S7
P20
K3
Google Earth
Image Landsat / Copernicus
N
100 m

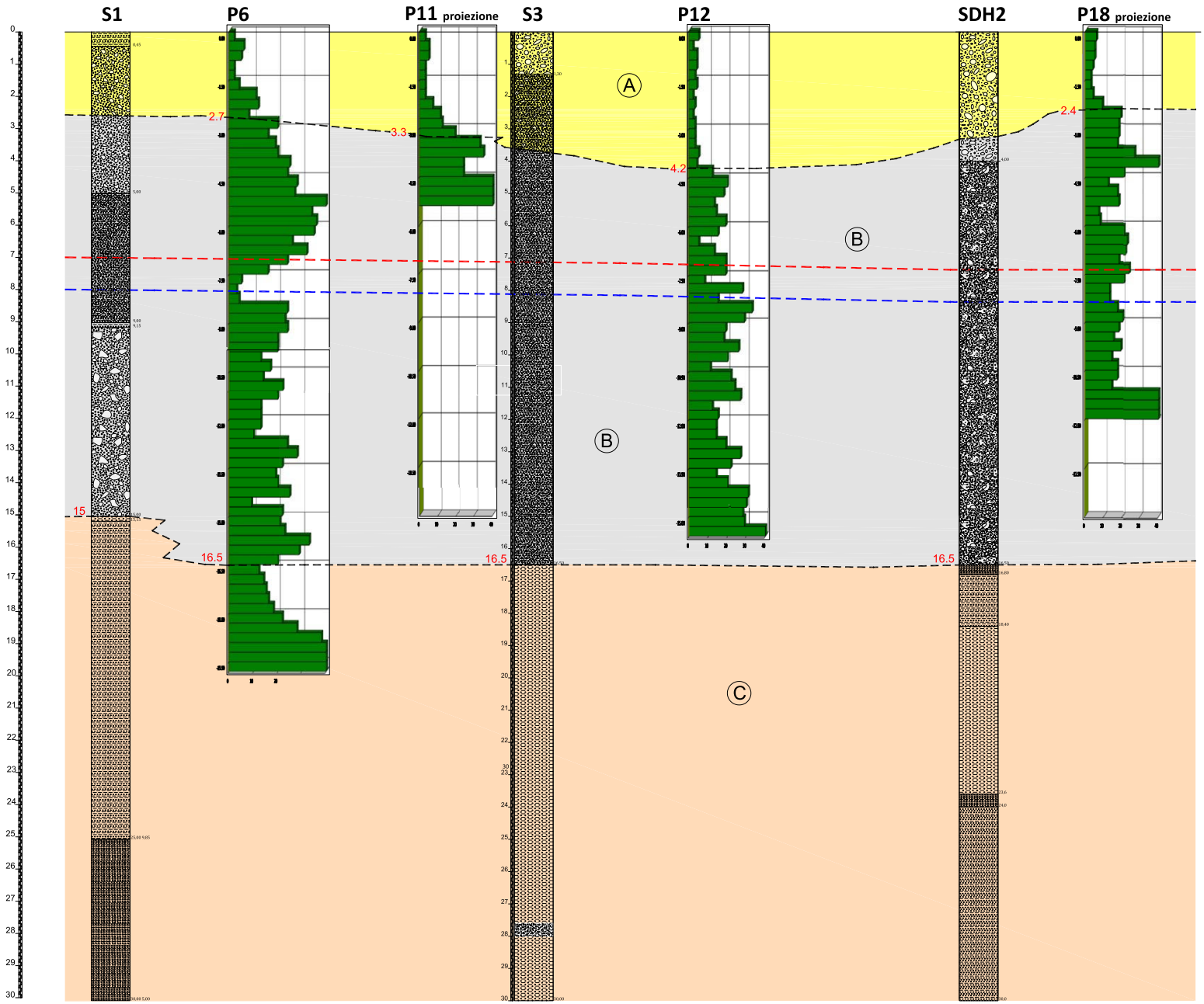
ERT5
ERT1
ERT2
ERT3
ERT4
ERT6
Google Earth
Image Landsat / Copernicus
N
100 m


C
D
A
A'
B
B'
C'
D'

SEZIONE A-A


P2
SDH1
P3
P9
P15
P16 proiezione
S6
A
B
C
2.7
1.8
2.7
3.3
3.0
2.0
16.5
16.7
LEGENDA
Orizzonte A - Sabbie ghiaiose poco addensate con qualche ciottolo
Orizzonte B - Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate
Orizzonte C - Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti
prove SCPT
sondaggi a carotaggio continuo
limite interpretativo tra unità geotecniche
Livello falda (misura di aprile 2025)
Livello falda (misura di marzo 2026)

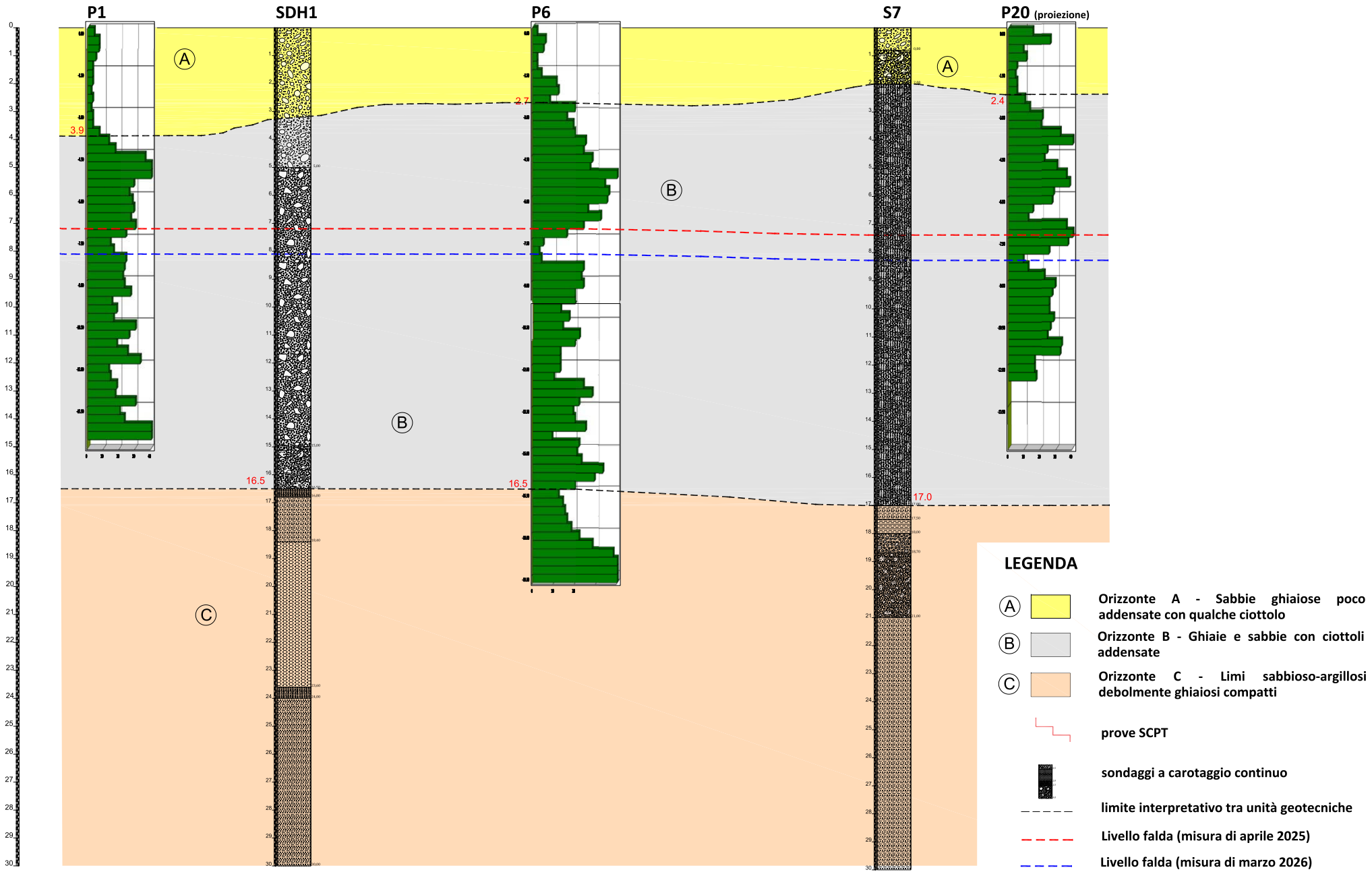
SEZIONE B-B



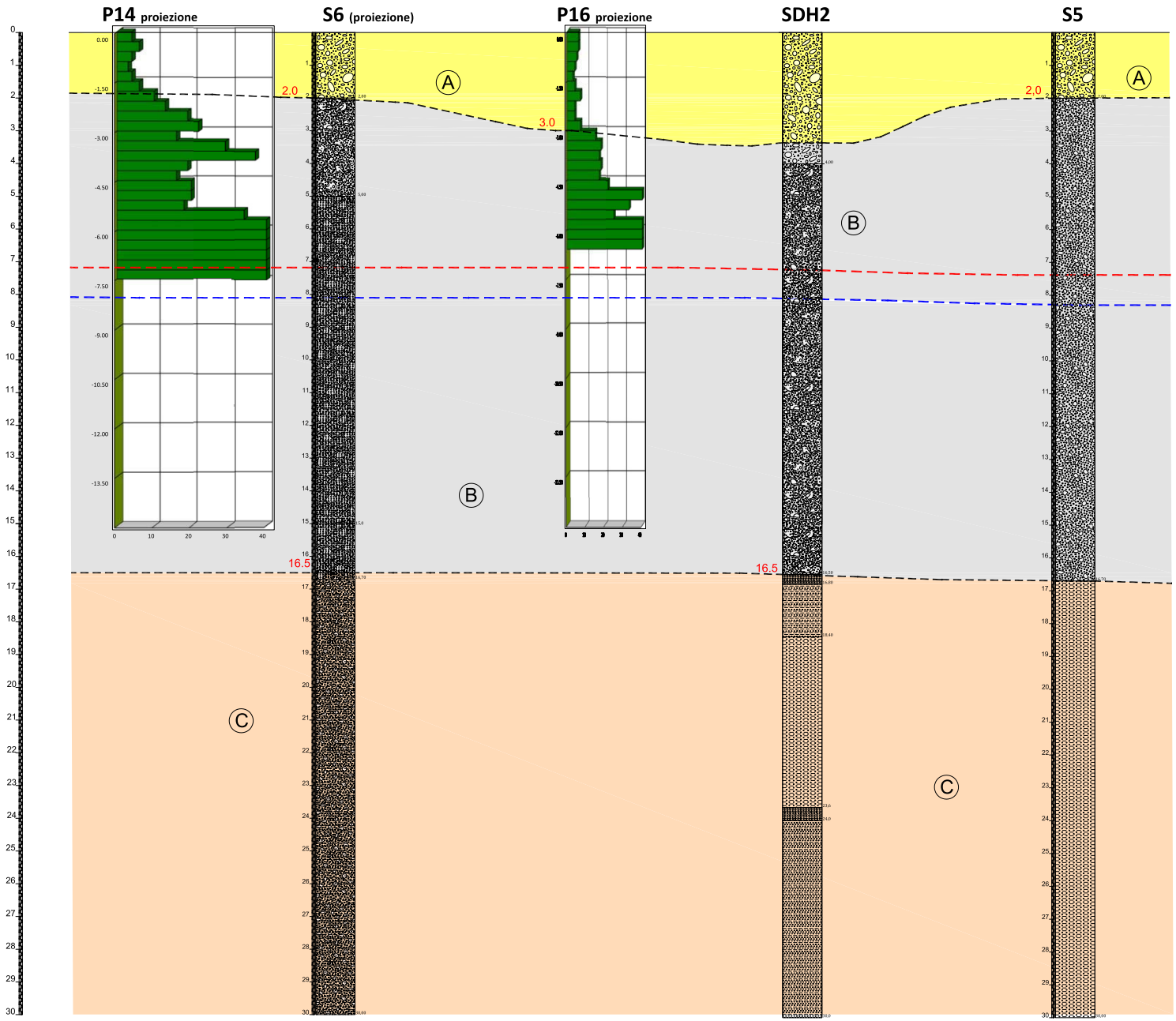
LEGENDA

- (A) Orizzonte A - Sabbie ghiaiose poco addensate con qualche ciottolo
- (B) Orizzonte B - Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate
- (C) Orizzonte C - Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti
- prove SCPT
- sondaggi a carotaggio continuo
- limite interpretativo tra unità geotecniche
- Livello falda (misura di aprile 2025)
- Livello falda (misura di marzo 2026)

SEZIONE C-C


P1
SDH1
P6
S7
P20 (proiezione)
A
B
C
3.9
2.7
2.4
16.5
16.5
17.0
LEGENDA
Orizzonte A - Sabbie ghiaiose poco addensate con qualche ciottolo
Orizzonte B - Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate
Orizzonte C - Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti
prove SCPT
sondaggi a carotaggio continuo
limite interpretativo tra unità geotecniche
Livello falda (misura di aprile 2025)
Livello falda (misura di marzo 2026)

SEZIONE D-D



LEGENDA

- (A) Orizzonte A - Sabbie ghiaiose poco addensate con qualche ciottolo
- (B) Orizzonte B - Ghiaie e sabbie con ciottoli addensate
- (C) Orizzonte C - Limi sabbioso-argillosi debolmente ghiaiosi compatti
- prove SCPT
- sondaggi a carotaggio continuo
- limite interpretativo tra unità geotecniche
- Livello falda (misura di aprile 2025)
- Livello falda (misura di marzo 2026)

CAMPUS DI SEDRIANO
COMUNE DI SEDRIANO (MI)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

ALLEGATO N.1
STRATIGRAFIE SONDAGGI

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 01.04.2025/02.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S1

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Co
					0,45	0,45	Terreno di coltivo passante a limo sabbioso con ciottoli, di colore marrone/marrone scuro. Dmax=40mm, Dmed=20mm.					
			1 2 3 4 5		5,00	4,55	Ghiaia sabbiosa con ciottoli, di colore grigio/marrone, poco bagnata. Dmax=45mm, Dmed=20mm.	Lefranc CC Lefranc CC	3,0	7-13-21	34	
			6 7 8 9		9,00	4,00	Ghiaia sabbiosa ciottolosa, di colore marrone; Tra 5.00m e 5.90m dal p.c. presente una mtrice fine limosa. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa. Dmax= 50mm, Dmed=10mm.		6,0 9,0	27-39-47 24-33-44	86 77	
					9,15	0,15	Limo sabbioso debolmente ghiaiosa di colore marrone/ocra, umido.					
			10 11 12 13 14 15		15,00	5,85	Ghiaia sabbiosa, localmente ciottolosa, di colore marrone. Clasti poligenici da poco a mediamente alterati, poco arrotondati, a sfericità medio bassa. Dmax= 45mm.		12,0	29-36-45	81	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 01.04.2025/02.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S1

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Co
					15,15	0,15	Sabbia limosa di colore marrone/rossastro.					
							Limo sabbioso di colore marrone/arancio, umido, mediamente consistente.					
			16									
			17									
			18									
			19									
			20									
			21									
			22									
			23									
			24									
			25		25,00	9,85						
							Sabbia fine limosa di colore marrone, umida, mediamente consistente.					
			26									
			27									
			28									
			29									
101			30		30,00	5,00						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 01.04.2025/02.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S1

Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con bentonite idrorigonfiante in pellet (ø10 mm).

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	01/04/25	02/04/25								
Ora	sera	mattina								
Livello dell'acqua (m)	8,50	8,70								
Prof. perforazione(m)	12,00	12,00								
Prof. rivestimento(m)	12,00	12,00								

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S2-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 28.03.2025/31.03.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S2-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			1, 2		2,50	2,50	Terreno di coltivo passante a sabbia ghiaiosa di colore grigio/marrone.					
			3, 4, 5		5,00	2,50	Sabbia e ghiaia con ciottoli, di colore grigio chiaro/biancastro. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità media, subangolosi. Dmax= 50mm, Dmed= 10mm.	Lefranc CC	3,0	27-39-45	84	
			6, 7, 8, 9, 10		10,20	5,20	Sabbia e ghiaia di colore grigio/marrone, asciutta. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi.		6,0	43-49-50/6cm	Rif	
			11, 12, 13, 14, 15				Sabbia ghiaiosa con locali ciottoli centimetrici, di olore marrone da chiaro a scuro. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa, subangolosi. Dmax=50mm, Dmed=10mm.		12,0	24-32-37	69	
									15,0	29-35-43	78	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S2-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 28.03.2025/31.03.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S2-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			16 17 18 19 20 21		21,30	11,10	Sabbia ghiaiosa con locali ciottoli centimetrici, di olore marrone da chiaro a scuro. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa, subangolosi. Dmax=50mm, Dmed=10mm.					
			22 23		23,30	2,00	Limo debolmente sabbioso di colore marrone/rossastro.					
101			24 25 26 27 28 29 30		30,00	6,70	Sabbia limosa di colore marrone chiaro/marrone scuro.					

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S2-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 28.03.2025/31.03.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S2-PZ

Installazione di piezometro Norton ø 3'' di lunghezza pari a 20.00 m (tratto cieco: da 0.00m da p.c. a -9.00m da p.c., tratto fessurato: da -9.00m dal p.c. a -20.00m da p.c.).

Sigillatura intercapedine mediante:
-iniezione di miscela binaria acqua cemento in rapporto 1:1 da 0.00m dal p.c. a -7.50m da pc;
-posa di bentonite idrogonfiante in pellet (ø20mm) da -7.50m da p.c. a -8.50m da p.c;
-posa di ghiaietto lavato e selezionato (ø 2-3.5mm) da -8.50m da p.c. a -30.00m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto.

Misura della falda nel piezometro (02.04.2025): -7.93 m da t.t.

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S3
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 02.04.2025/04.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S3

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Co
			1		1,30	1,30	Sabbia ghiaiosa di colore marrone chiaro/beige; Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità bassa, da angolosi a subangolosi. Dmax= 30mm, Dmed=5mm					
			2				Ghiaia sabbiosa di colore grigio chiaro/marrone, poco bagnata. Clasti poligenici poco alterati, da poco a mediamente arrotondati a sfericità media. Dmax= 40mm, Dmed= 10mm; Presenza di trovante fratturato tra 1.80m e 2.0m da p.c. Locale presenza di matrice fine limosa tra 14.0m e 16.5m da p.c.		1,5	5-11-13	24	
			3					Lefranc CC	3,0	14-15-12	27	
			4						4,5	14-19-23	42	
			5									
			6						6,0	19-27-34	61	
			7									
			8									
			9									
			10									
			11									
			12									
			13									
			14									
			15									

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S3
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 02.04.2025/04.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S3

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Co
			16		16,50	15,20	Ghiaia sabbiosa di colore grigio chiaro/marrone, poco bagnata. Clasti poligenici poco alterati, da poco a mediamente arrotondati a sfericità media. Dmax= 40mm, Dmed= 10mm; Presenza di trovante fratturato tra 1.80m e 2.0m da p.c. Locale presenza di matrice fine limosa tra 14.0m e 16.5m da p.c.					
			17				Sabbia limosa debolmente ghiaiosa, di colore marrone/bruno.					
			18									
			19									
			20									
			21									
			22									
			23									
			24									
			25									
			26									
			27									
			28									
			29									
101			30		30,00	13,50						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S3
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 02.04.2025/04.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S3

Sigillatura mediante posa di materiale di risulta della perforazione additivato con bentonite idrorigonfiante in pellet (ø10 mm).

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S4-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 11.04.2025/12.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S4-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			1 2 3		3,00	3,00	Sabbia ghiaiosa con ciottoli centimetrici, di colore marrone rossastro. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media. Dmax=50mm, Demd=15mm.	Lefranc CC	3,0	27-38-50/3cm	Rif	
			4 5		5,00	2,00	Sabbia e ghiaia con abbondanti ciottoli centimetrici, di colore marrone/marrone chiaro. Dmax=50mm, Dmed=20/30mm.	Lefranc CC				
			6 7 8 9 10 11 12 13 14 15				Sabbia ghiaiosa di colore marrone/marrone scuro; Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità medio/bassa. Da angolosi a subangolosi. Dmax=45mm, Dmed=10/15mm.		6,0	19-28-39	67	
									9,0	17-25-33	58	
									12,0	16-25-32	57	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S4-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 11.04.2025/12.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S4-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			16				Sabbia ghiaiosa di colore marrone/marrone scuro; Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità medio/bassa. Da angolosi a subangolosi. Dmax=45mm, Dmed=10/15mm.					
			17		17,00	12,00						
							Limo sabbioso, localmente debolmente ghiaioso, di colore marrone/beige, umido.					
			18									
			19									
			20		20,00	3,00						
							Limo sabbioso ghiaioso, di colore marrone/marrone scuro, poco bagnato.					
			21									
			22									
			23		23,60	3,60						
							Limo sabbioso di colore beige, poco bagnato.					
			24									
			25									
			26									
			27									
			28									
			29									
101			30		30,00	6,40						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S4-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 11.04.2025/12.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S4-PZ

Installazione di piezometro Norton ø 3'' di lunghezza pari a 20.00 m (tratto cieco: da 0.00m da p.c. a -9.00m da p.c., tratto fessurato: da -9.00m dal p.c. a -20.00m da p.c.).

Sigillatura intercapedine mediante:
-iniezione di miscela binaria acqua cemento in rapporto 1:1 da 0.00m dal p.c. a -7.50m da pc;
-posa di bentonite idrogonfiante in pellet (ø20mm) da -7.50m da p.c. a -8.50m da p.c;
-posa di ghiaietto lavato e selezionato (ø 2-3.5mm) da -8.50m da p.c. a -30.00m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto.

Misura della falda nel piezometro (14.04.2025): -7.84 m da t.t.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	11/04/25	12/04/25								
Ora	sera	sera								
Livello dell'acqua (m)	8,10	7,80								
Prof. perforazione(m)	25,00	25,00								
Prof. rivestimento(m)	24,00	24,00								

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S5-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 04.04.2025/08.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S5-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			1				Terreno di coltivo passante a sabbia ghiaiosa di colore grigio/marrone.					
			2		2,00	2,00						
			3				Sabbia e ghiaia con locali livelli a ciottoli, di colore grigio chiaro/marrone; Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità media, subangolosi. Dmax= 50mm, Dmed= 10mm.	Lefranc CC				
			4					Lefranc CC				
			5									
			6						6,0	18-29-43	72	
			7									
			8									
			9						9,0	4-12-20	32	
			10									
			11									
			12						12,0	9-11-18	29	
			13									
			14									
			15						15,0	21-33-42	75	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S5-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 04.04.2025/08.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S5-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			16		16,70	14,70	Sabbia e ghiaia con locali livelli a ciottoli, di colore grigio chiaro/marrone; Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati a sfericità media, subangolosi. Dmax= 50mm, Dmed= 10mm.					
			17				Sabbia limosa di colore marrone chiaro/marrone scuro.					
			18									
			19									
			20									
			21									
			22									
			23									
			24									
			25									
			26									
			27									
			28									
			29									
101			30		30,00	13,30						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S5-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 04.04.2025/08.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S5-PZ

Installazione di piezometro Norton ø 3'' di lunghezza pari a 20.00 m (tratto cieco: da 0.00m da p.c. a -9.00m da p.c., tratto fessurato: da -9.00m dal p.c. a -20.00m da p.c.).

Sigillatura intercapedine mediante:
-iniezione di miscela binaria acqua cemento in rapporto 1:1 da 0.00m dal p.c. a -7.50m da pc;
-posa di bentonite idrogonfiante in pellet (ø20mm) da -7.50m da p.c. a -8.50m da p.c;
-posa di ghiaietto lavato e selezionato (ø 2-3.5mm) da -8.50m da p.c. a -30.00m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto.

Misura della falda nel piezometro (10.04.2025): -7.89 m da t.t.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	04/04/25	06/04/25	07/04/25	08/04/25						
Ora	sera	mattina	sera	mattina						
Livello dell'acqua (m)	6,70	7,80	7,90	7,95						
Prof. perforazione(m)	15,00	15,00	27,00	27,00						
Prof. rivestimento(m)	15,00	15,00	27,00	27,00						

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S6-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 09.04.2025/10.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S6-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			1				Sabbia ghiaiosa con locali ciottoli, di colore marrone, moderatamente addensata. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi.		1,5	4-7-12	19	
			2		2,00	2,00	Sabbia ghiaiosa con abbondanti ciottoli centimetrici d colore grigio/biancastro, poco bagnata, addensata.	Lefranc CC	3,0	11-19-34	53	
			3									
			4						4,5	9-18-29	47	
			5		5,00	3,00	Sabbia fine ghiaiosa di colore marrone, poco bagnata, molto addensata. Clasti poligenici poco alterati, mediamente arrotondati, a sfericità bassa. Dmax= 40mm, Dmed=10mm.					
			6						6,0	11-22-33	55	
			7									
			8									
			9									
			10									
			11									
			12									
			13									
			14									
			15									

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S6-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 09.04.2025/10.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S6-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			16		16,70	11,70	Sabbia fine ghiaiosa di colore marrone, poco bagnata, molto addensata. Clasti poligenici poco alterati, mediamente arrotondati, a sfericità bassa. Dmax= 40mm, Dmed=10mm.					
			17				Limo sabbioso debolmente ghiaioso, di colore marrone/beige, poco bagnato.					
			18									
			19									
			20									
			21									
			22									
			23									
			24									
			25									
			26									
			27									
			28									
			29									
101			30		30,00	13,30						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S6-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 09.04.2025/10.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S6-PZ

Installazione di piezometro Norton ø 3'' di lunghezza pari a 20.00 m (tratto cieco: da 0.00m da p.c. a -9.00m da p.c., tratto fessurato: da -9.00m dal p.c. a -20.00m da p.c.).

Sigillatura intercapedine mediante:
-iniezione di miscela binaria acqua cemento in rapporto 1:1 da 0.00m dal p.c. a -7.50m da pc;
-posa di bentonite idrogonfiante in pellet (ø20mm) da -7.50m da p.c. a -8.50m da p.c;
-posa di ghiaietto lavato e selezionato (ø 2-3.5mm) da -8.50m da p.c. a -30.00m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto.

Misura della falda nel piezometro (14.04.2025): -7.93 m da t.t.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	09/04/25	10/04/25								
Ora	sera	mattina								
Livello dell'acqua (m)	8,10	8,10								
Prof. perforazione(m)	10,50	10,50								
Prof. rivestimento(m)	9,00	9,00								

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S7-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 16.04.2025/17.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S7-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
					0,80	0,80	Sabbia ghiaiosa con locali ciottoli, di colore marrone, con tracce di materiale di origine antropica. Dmax= 45mm, Dmed=10mm					
			1 2		2,00	1,20	Sabbia e ghiaisa con locali ciottoli, di colore marrone chiaro/ocra. Clasti prevalentemente poligenici, poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa; Tra 0.80m e 1.50m presente una matrice fine debolmente limosa. Dmax=50mm, Dmed= 15mm.					
			3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15				Sabbia ghiaiosa, localmente in matrice fine debolmente limosa, di colore marrone chiaro/beige, addensata. Presenza di abbondandi ciottoli centimetrici. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi. Dmax= 50mm, Dmed= 10/15mm.	Lefranc CC	6,0 9,0 12,0 15,0	9-16-23 12-15-25 9-13-19 14-21-32	39 40 32 53	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S7-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 16.04.2025/17.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S7-PZ

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pz
			16 17		17,00	15,00	Sabbia ghiaiosa, localmente in matrice fine debolmente limosa, di colore marrone chiaro/beige, addensata. Presenza di abbondandi ciottoli centimetrici. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi. Dmax= 50mm, Dmed= 10/15mm.					
					17,50	0,50	Limo debolmente sabbioso, di colore marrone/ocra, umido.					
			18		18,00	0,50	Limo argilloso di colore grigio, umido.					
					18,70	0,70	Limo argilloso debolmente ghiaioso, di colore grigio/verdastro. Dmax= 10mm, Dmed= 5mm.					
			19 20 21		21,00	2,30	Limo argilloso ghiaioso, di colore grigio/verdastro. Dmax= 10mm, Dmed= 5mm.					
			22 23 24 25 26 27 28 29 30		30,00	9,00	Limo sabbioso debolmente ghiaioso, di colore marrone chiaro/beige. Tra 26.00m e 29.00m presenti locali ciottoli centimetrici (Dmax= 45mm). Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa; Dmax=10mm, Dmed0 5mm.					

101

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S7-PZ
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 16.04.2025/17.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S7-PZ

Installazione di piezometro Norton ø 3'' di lunghezza pari a 20.00 m (tratto cieco: da 0.00m da p.c. a -9.00m da p.c., tratto fessurato: da -9.00m dal p.c. a -20.00m da p.c.).

Sigillatura intercapedine mediante:
-iniezione di miscela binaria acqua cemento in rapporto 1:1 da 0.00m dal p.c. a -7.50m da pc;
-posa di bentonite idrogonfiante in pellet (ø20mm) da -7.50m da p.c. a -8.50m da p.c;
-posa di ghiaietto lavato e selezionato (ø 2-3.5mm) da -8.50m da p.c. a -30.00m da p.c.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto.

Misura della falda nel piezometro (21.04.2025): -7.82 m da t.t.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	16/04/25	17/04/25								
Ora	sera	mattina								
Livello dell'acqua (m)	8,25	7,60								
Prof. perforazione(m)	15,00	15,00								
Prof. rivestimento(m)	15,00	15,00								

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 12.04.2025/15.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH1

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Dh
			1 2 3 4 5		5,00	5,00	Sabbia ghiaiosa con locali ciottoli, di colore marrone, moderatamente addensata. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi. Dmax=50mm, Dmed=10mm.	Lefranc CC				
			6 7 8 9 10 11 12 13 14 15		15,00	10,00	Ghiaia debolmente sabbiosa con locali ciottoli, di colore marrone chiaro. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità medio bassa, da angolosi a subangolosi. Dmax=50mm, Dmed=10/15mm.		9,0 12,0 15,0	6-12-19 9-14-23 13-15-27	31 37 42	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 12.04.2025/15.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH1

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Dh
			16		16,00	1,00	Sabbia fine ghiaiosa, localmente debolmente limosa, di colore marrone/beige, addensata.					
			17 18		18,30	2,30	Limo sabbioso di colore beige, umido.					
			19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29				Limo sabbioso debolmente ghiaioso, di colore marrone/beige, umido, molto consistente.		21,0	4-7-11	18	
101			30		30,00	11,70						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH1
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 12.04.2025/15.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH1

Installazione di tubazione cieca in PVC ø3'' di lunghezza pari a 30.00m.

Sigillatura intercapedine mediante iniezione da fondo foro di miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto .

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	12/04/25	14/04/25	14/04/25	15/04/25						
Ora	mattina	mattina	sera	sera						
Livello dell'acqua (m)	8,10	8,10	7,90	7,90						
Prof. perforazione(m)	10,00	10,00	10,00	25,00						
Prof. rivestimento(m)	9,00	5,00	5,00	24,00						

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH2
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 08.04.2025/09.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH2

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Com
			1 2 3 4		4,00	4,00	Terreno di coltivo passante a sabbia ghiaiosa con locali ciottoli, di colore marrone. Clasti poligenici poco alterati e poco arrotondati, a sfericità media, da angolosi a subangolosi. Dmax=50mm, Dmed=10/15mm.	Lefranc CC				
			5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15				Ghiaia debolmente sabbiosa di colore marrone/beige, umida, addensata.		9,0 15,0	7-13-23 14-19-24	36 43	

S.In.Ge.A. S.r.l.
SOCIETA' INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH2
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 08.04.2025/09.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH2

ø mm	R v	A	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	prove in foro	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Com
			16		16,50	12,50	Ghiaia debolmente sabbiosa di colore marrone/beige, umida, addensata.					
					16,80	0,30	Sabbia fine debolmente limosa di colore beige, umida.					
			17				Limo sabbioso debolmente, di colore marrone/beige.					
			18		18,40	1,60						
							Sabbia limosa di colore bege, debolmente umida, molto consistente.					
			19									
			20									
			21						21,0	6-9-13	22	
			22									
			23		23,60	5,20						
			24		24,00	0,40	Sabbia fine debolmente limosa di colore marrone/marrone scuro.					
							Sabbia debolmente limosa di colore beige.					
			25									
			26									
			27						27,0	18-23-35	58	
			28									
			29									
101			30		30,00	6,00						

Committente: Geoarbor S.r.l.	Sondaggio: S-DH2
Riferimento: Sedriano (MI)	Data: 08.04.2025/09.04.2025
Coordinate: -	Quota: -
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

SONDAGGIO - S-DH2

Installazione di tubazione cieca in PVC ø3'' di lunghezza pari a 30.00m.

Sigillatura intercapedine mediante iniezione da fondo foro di miscela binaria acqua-cemento in rapporto 1:1.

Installazione a testa tubazione di chiusino metallico fuori terra con predisposizione per chiusura con lucchetto .

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	08/04/25	09/04/25								
Ora	sera	mattina								
Livello dell'acqua (m)	8,10	8,00								
Prof. perforazione(m)	24,00	24,00								
Prof. rivestimento(m)	24,00	24,00								

CAMPUS DI SEDRIANO
COMUNE DI SEDRIANO (MI)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

ALLEGATO N.2
RELAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO S1

SONDAGGIO S1 – Postazione

SONDAGGIO S1 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S1 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S1 – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S1 – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S1 – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S1 – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S2-PZ

SONDAGGIO S2-PZ – Postazione

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S2-PZ – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S3

SONDAGGIO S3 – Postazione

SONDAGGIO S3 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S3 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S3 – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S3 – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S3 – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S3 – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S4-PZ

SONDAGGIO S4-PZ – Postazione

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S4-PZ – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S5-PZ

SONDAGGIO S5-PZ – Postazione

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S5-PZ – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S6-PZ

SONDAGGIO S6-PZ – Postazione

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S6-PZ – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S7-PZ

SONDAGGIO S7-PZ – Postazione

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S7-PZ – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S-DH1

SONDAGGIO S-DH1 – Postazione

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S-DH1 – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

SONDAGGIO S-DH2

SONDAGGIO S-DH2 – Postazione

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.1 da 0.00 m a 5.00 m

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.2 da 5.00 m a 10.00 m

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.3 da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.4 da 15.00 m a 20.00 m

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.5 da 20.00 m a 25.00 m

SONDAGGIO S-DH2 – Cassa n.6 da 25.00 m a 30.00 m

PROSPEZIONE SISMICA S-DH1

PROSPEZIONE SISMICA S-DH1 – Postazione

PROSPEZIONE SISMICA S-DH2

PROSPEZIONE SISMICA S-DH2 – Postazione

CAMPUS DI SEDRIANO
COMUNE DI SEDRIANO (MI)

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

ALLEGATO N.3
CERTIFICATI PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.				
CANTIERE:	Sedriano (MI)				
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S1	**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	01.04.2025	**DA:** 2.50 m da p.c.	**A:** 3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

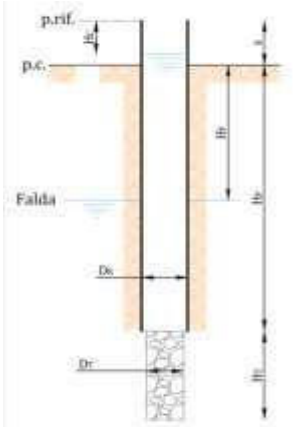
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

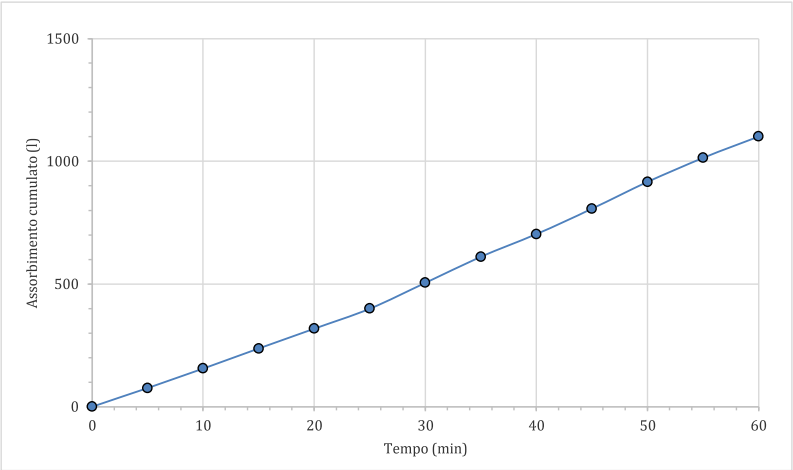
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	4684.0	-	-	-	-	-
5	300	5	4760.0	76.0	76.0	15.2	4.61E-05	4.61E-03
10	600	5	4840.0	156.0	80.0	16.0	4.86E-05	4.86E-03
15	900	5	4921.0	237.0	81.0	16.2	4.92E-05	4.92E-03
20	1200	5	5002.0	318.0	81.0	16.2	4.92E-05	4.92E-03
25	1500	5	5084.0	400.0	82.0	16.4	4.98E-05	4.98E-03
30	1800	5	5189.0	505.0	105.0	21.0	6.37E-05	6.37E-03
35	2100	5	5295.0	611.0	106.0	21.2	6.43E-05	6.43E-03
40	2400	5	5387.0	703.0	92.0	18.4	5.58E-05	5.58E-03
45	2700	5	5491.0	807.0	104.0	20.8	6.31E-05	6.31E-03
50	3000	5	5600.0	916.0	109.0	21.8	6.62E-05	6.62E-03
55	3300	5	5698.0	1014.0	98.0	19.6	5.95E-05	5.95E-03
60	3600	5	5785.0	1101.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 2

Primo tratto di prova

Intervallo: 0.00÷25.00 min

k= 4.87E-05 m/s (4.87E-03 cm/s)

Secondo tratto di prova

Intervallo: 25.00÷60.00 min

k= 6.12E-05 m/s (6.12E-03 cm/s)

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.68E-05 m/s (5.68E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC
A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S1			**PROVA n°:**	LF-02
DATA :	01.04.2025	**DA:**	4.00 m da p.c.	**A:**	4.50 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

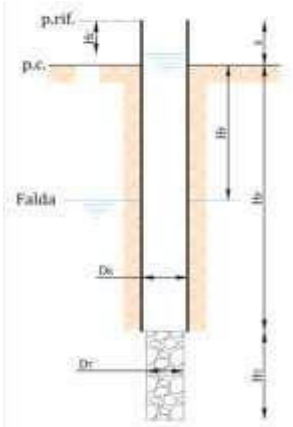
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	4.50 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	4.00 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	4.65 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

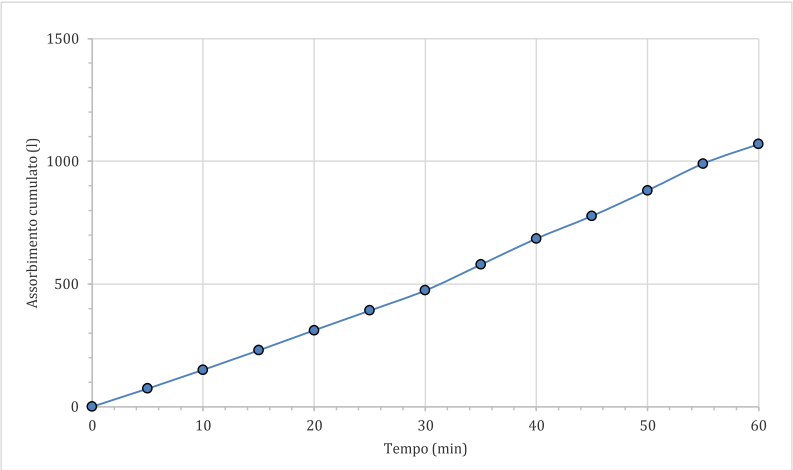
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	5831.0	-	-	-	-	-
5	300	5	5905.0	74.0	74.0	14.8	3.04E-05	3.04E-03
10	600	5	5981.0	150.0	76.0	15.2	3.12E-05	3.12E-03
15	900	5	6061.0	230.0	80.0	16.0	3.29E-05	3.29E-03
20	1200	5	6142.0	311.0	81.0	16.2	3.33E-05	3.33E-03
25	1500	5	6223.0	392.0	81.0	16.2	3.33E-05	3.33E-03
30	1800	5	6305.0	474.0	82.0	16.4	3.37E-05	3.37E-03
35	2100	5	6410.0	579.0	105.0	21.0	4.32E-05	4.32E-03
40	2400	5	6516.0	685.0	106.0	21.2	4.36E-05	4.36E-03
45	2700	5	6608.0	777.0	92.0	18.4	3.78E-05	3.78E-03
50	3000	5	6712.0	881.0	104.0	20.8	4.28E-05	4.28E-03
55	3300	5	6821.0	990.0	109.0	21.8	4.48E-05	4.48E-03
60	3600	5	6901.0	1070.0	80.0	16.0	3.29E-05	3.29E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 2

Primo tratto di prova

Intervallo: 0.00÷30.00 min

k= 3.26E-05 m/s (3.26E-03 cm/s)

Secondo tratto di prova

Intervallo: 30.00÷60.00 min

k= 4.12E-05 m/s (4.12E-03 cm/s)

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 3.73E-05 m/s (3.73E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S2-PZ			**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	28.03.2025	**DA:**	2.50 m da p.c.	**A:**	3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

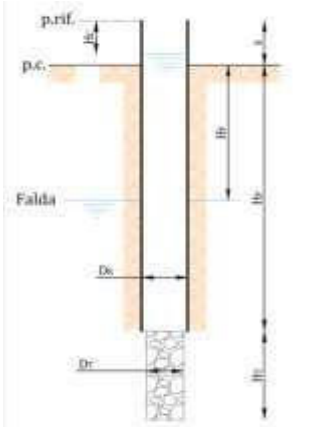
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

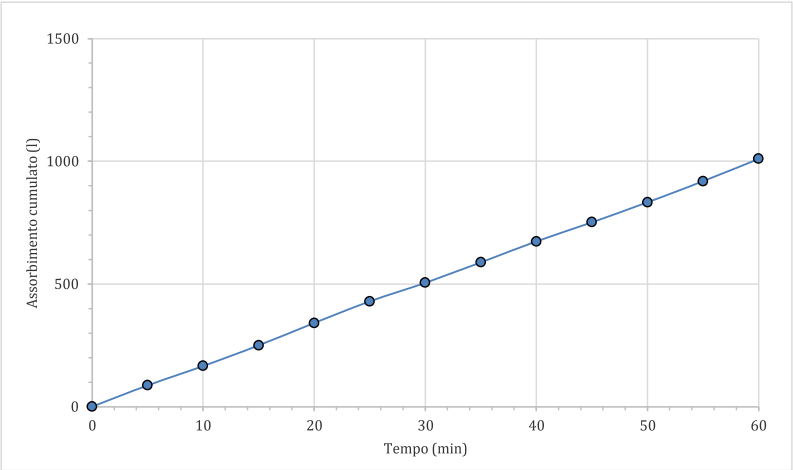
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	3516.0	-	-	-	-	-
5	300	5	3603.0	87.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03
10	600	5	3682.0	166.0	79.0	15.8	4.79E-05	4.79E-03
15	900	5	3766.0	250.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
20	1200	5	3857.0	341.0	91.0	18.2	5.52E-05	5.52E-03
25	1500	5	3945.0	429.0	88.0	17.6	5.34E-05	5.34E-03
30	1800	5	4021.0	505.0	76.0	15.2	4.61E-05	4.61E-03
35	2100	5	4104.0	588.0	83.0	16.6	5.04E-05	5.04E-03
40	2400	5	4189.0	673.0	85.0	17.0	5.16E-05	5.16E-03
45	2700	5	4268.0	752.0	79.0	15.8	4.79E-05	4.79E-03
50	3000	5	4349.0	833.0	81.0	16.2	4.92E-05	4.92E-03
55	3300	5	4435.0	919.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
60	3600	5	4526.0	1010.0	91.0	18.2	5.52E-05	5.52E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.07E-05 m/s (5.07E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC
A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.				
CANTIERE:	Sedriano (MI)				
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S3	**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	02.04.2025	**DA:** 2.50 m da p.c.	**A:** 3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

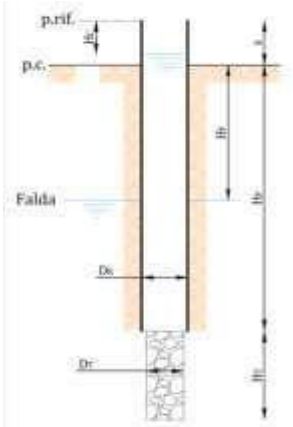
Perforatrice :	GM600	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

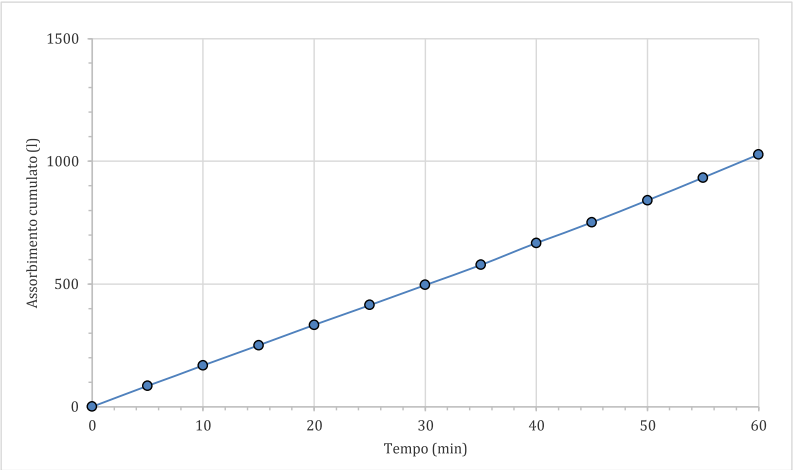
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	6994.0	-	-	-	-	-
5	300	5	7079.0	85.0	85.0	17.0	5.16E-05	5.16E-03
10	600	5	7162.0	168.0	83.0	16.6	5.04E-05	5.04E-03
15	900	5	7244.0	250.0	82.0	16.4	4.98E-05	4.98E-03
20	1200	5	7327.0	333.0	83.0	16.6	5.04E-05	5.04E-03
25	1500	5	7408.0	414.0	81.0	16.2	4.92E-05	4.92E-03
30	1800	5	7490.0	496.0	82.0	16.4	4.98E-05	4.98E-03
35	2100	5	7572.0	578.0	82.0	16.4	4.98E-05	4.98E-03
40	2400	5	7661.0	667.0	89.0	17.8	5.40E-05	5.40E-03
45	2700	5	7745.0	751.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
50	3000	5	7835.0	841.0	90.0	18.0	5.46E-05	5.46E-03
55	3300	5	7927.0	933.0	92.0	18.4	5.58E-05	5.58E-03
60	3600	5	8022.0	1028.0	95.0	19.0	5.77E-05	5.77E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.15E-05 m/s (5.15E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.				
CANTIERE:	Sedriano (MI)				
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S4-PZ	**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	11.04.2025	**DA:** 2.50 m da p.c.	**A:** 3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

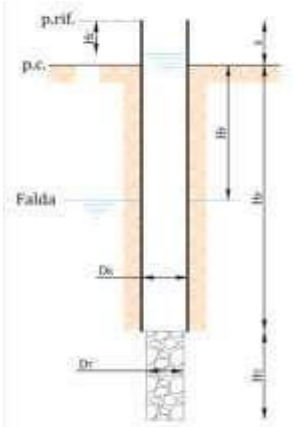
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

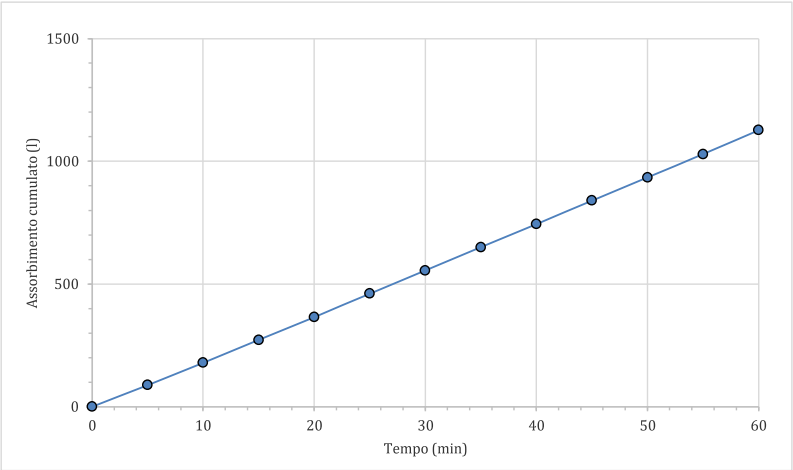
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	13206.0	-	-	-	-	-
5	300	5	13294.0	88.0	88.0	17.6	5.34E-05	5.34E-03
10	600	5	13385.0	179.0	91.0	18.2	5.52E-05	5.52E-03
15	900	5	13478.0	272.0	93.0	18.6	5.64E-05	5.64E-03
20	1200	5	13571.0	365.0	93.0	18.6	5.64E-05	5.64E-03
25	1500	5	13667.0	461.0	96.0	19.2	5.83E-05	5.83E-03
30	1800	5	13761.0	555.0	94.0	18.8	5.70E-05	5.70E-03
35	2100	5	13856.0	650.0	95.0	19.0	5.77E-05	5.77E-03
40	2400	5	13950.0	744.0	94.0	18.8	5.70E-05	5.70E-03
45	2700	5	14046.0	840.0	96.0	19.2	5.83E-05	5.83E-03
50	3000	5	14140.0	934.0	94.0	18.8	5.70E-05	5.70E-03
55	3300	5	14235.0	1029.0	95.0	19.0	5.77E-05	5.77E-03
60	3600	5	14333.0	1127.0	98.0	19.6	5.95E-05	5.95E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.71E-05 m/s (5.71E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S4-PZ			**PROVA n°:**	LF-02
DATA :	11.04.2025	**DA:**	4.00 m da p.c.	**A:**	4.50 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

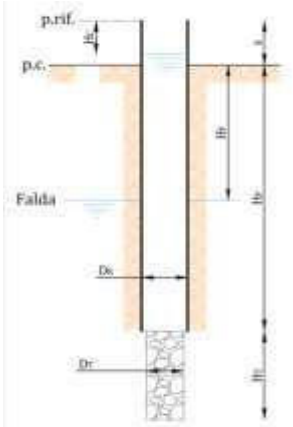
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	4.50 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	4.00 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	4.65 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

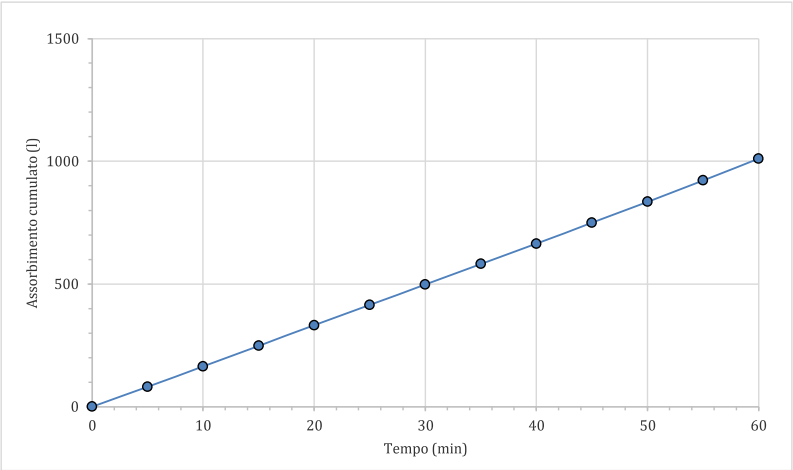
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	14392.0	-	-	-	-	-
5	300	5	14473.0	81.0	81.0	16.2	3.33E-05	3.33E-03
10	600	5	14556.0	164.0	83.0	16.6	3.41E-05	3.41E-03
15	900	5	14640.0	248.0	84.0	16.8	3.45E-05	3.45E-03
20	1200	5	14724.0	332.0	84.0	16.8	3.45E-05	3.45E-03
25	1500	5	14807.0	415.0	83.0	16.6	3.41E-05	3.41E-03
30	1800	5	14890.0	498.0	83.0	16.6	3.41E-05	3.41E-03
35	2100	5	14974.0	582.0	84.0	16.8	3.45E-05	3.45E-03
40	2400	5	15056.0	664.0	82.0	16.4	3.37E-05	3.37E-03
45	2700	5	15142.0	750.0	86.0	17.2	3.54E-05	3.54E-03
50	3000	5	15227.0	835.0	85.0	17.0	3.49E-05	3.49E-03
55	3300	5	15314.0	922.0	87.0	17.4	3.58E-05	3.58E-03
60	3600	5	15403.0	1011.0	89.0	17.8	3.66E-05	3.66E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 3.45E-05 m/s (3.45E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC
A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S5-PZ			**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	04.04.2025	**DA:**	2.50 m da p.c.	**A:**	3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

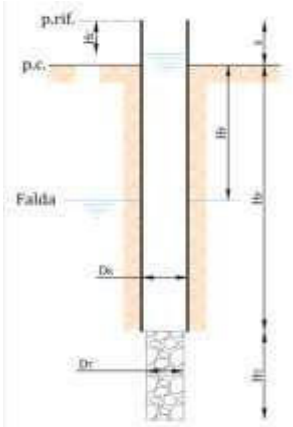
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.60 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.10 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

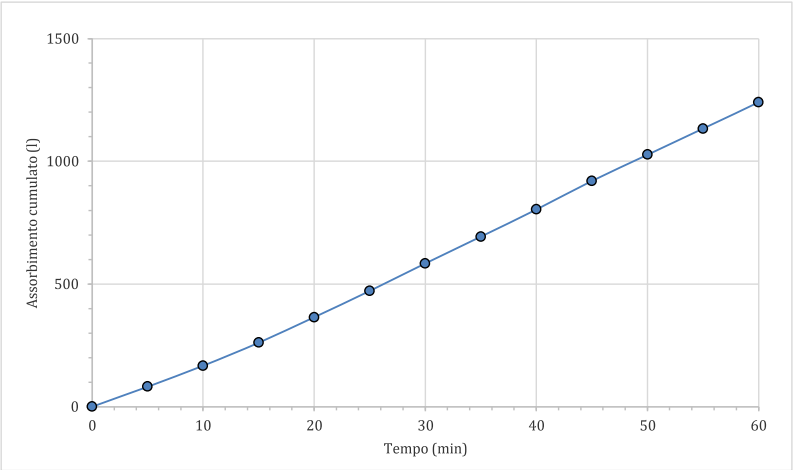
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	8078.0	-	-	-	-	-
5	300	5	8160.0	82.0	82.0	16.4	5.06E-05	5.06E-03
10	600	5	8245.0	167.0	85.0	17.0	5.24E-05	5.24E-03
15	900	5	8339.0	261.0	94.0	18.8	5.80E-05	5.80E-03
20	1200	5	8442.0	364.0	103.0	20.6	6.35E-05	6.35E-03
25	1500	5	8550.0	472.0	108.0	21.6	6.66E-05	6.66E-03
30	1800	5	8662.0	584.0	112.0	22.4	6.91E-05	6.91E-03
35	2100	5	8771.0	693.0	109.0	21.8	6.72E-05	6.72E-03
40	2400	5	8882.0	804.0	111.0	22.2	6.85E-05	6.85E-03
45	2700	5	8998.0	920.0	116.0	23.2	7.15E-05	7.15E-03
50	3000	5	9105.0	1027.0	107.0	21.4	6.60E-05	6.60E-03
55	3300	5	9211.0	1133.0	106.0	21.2	6.54E-05	6.54E-03
60	3600	5	9319.0	1241.0	108.0	21.6	6.66E-05	6.66E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 2

Primo tratto di prova

Intervallo: 0.00÷15.00 min

k= 5.35E-05 m/s (5.35E-03 cm/s)

Secondo tratto di prova

Intervallo: 15.00÷60.00 min

k= 6.76E-05 m/s (6.76E-03 cm/s)

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 6.51E-05 m/s (6.51E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S5-PZ			**PROVA n°:**	LF-02
DATA :	04.04.2025	**DA:**	4.00 m da p.c.	**A:**	4.50 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

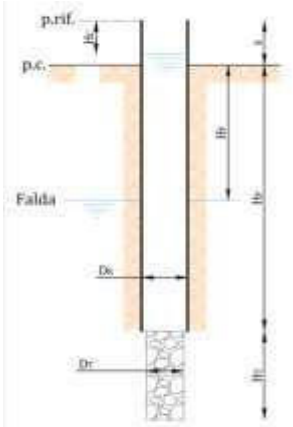
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	4.50 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	4.00 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	4.65 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

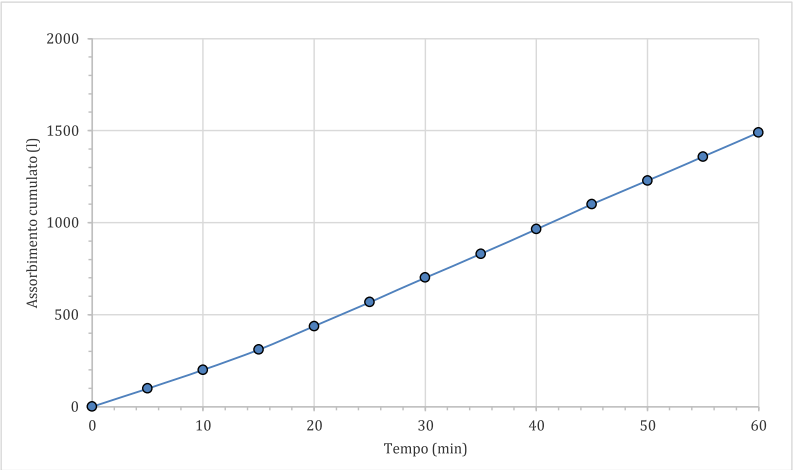
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	9408.0	-	-	-	-	-
5	300	5	9507.0	99.0	99.0	19.8	4.07E-05	4.07E-03
10	600	5	9608.0	200.0	101.0	20.2	4.15E-05	4.15E-03
15	900	5	9718.0	310.0	110.0	22.0	4.52E-05	4.52E-03
20	1200	5	9845.0	437.0	127.0	25.4	5.22E-05	5.22E-03
25	1500	5	9976.0	568.0	131.0	26.2	5.39E-05	5.39E-03
30	1800	5	10109.0	701.0	133.0	26.6	5.47E-05	5.47E-03
35	2100	5	10238.0	830.0	129.0	25.8	5.30E-05	5.30E-03
40	2400	5	10372.0	964.0	134.0	26.8	5.51E-05	5.51E-03
45	2700	5	10508.0	1100.0	136.0	27.2	5.59E-05	5.59E-03
50	3000	5	10636.0	1228.0	128.0	25.6	5.26E-05	5.26E-03
55	3300	5	10766.0	1358.0	130.0	26.0	5.34E-05	5.34E-03
60	3600	5	10898.0	1490.0	132.0	26.4	5.43E-05	5.43E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 2

Primo tratto di prova

Intervallo: 0.00÷15.00 min

k= 4.24E-05 m/s (4.24E-03 cm/s)

Secondo tratto di prova

Intervallo: 15.00÷60.00 min

k= 5.41E-05 m/s (5.41E-03 cm/s)

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.20E-05 m/s (5.20E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC
A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.				
CANTIERE:	Sedriano (MI)				
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S6-PZ	**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	09.04.2025	**DA:** 2.50 m da p.c.	**A:** 3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

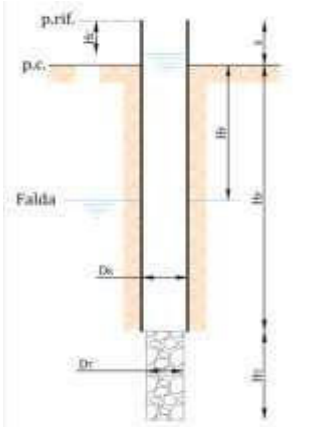
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

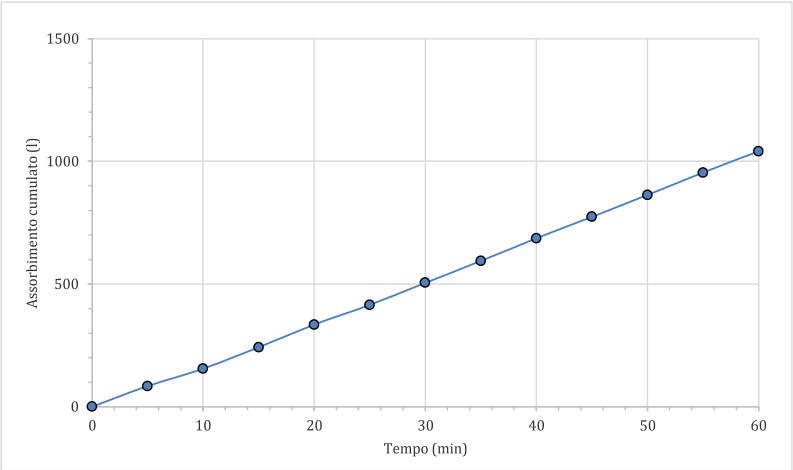
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	12109.0	-	-	-	-	-
5	300	5	12193.0	84.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
10	600	5	12264.0	155.0	71.0	14.2	4.31E-05	4.31E-03
15	900	5	12351.0	242.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03
20	1200	5	12443.0	334.0	92.0	18.4	5.58E-05	5.58E-03
25	1500	5	12524.0	415.0	81.0	16.2	4.92E-05	4.92E-03
30	1800	5	12614.0	505.0	90.0	18.0	5.46E-05	5.46E-03
35	2100	5	12703.0	594.0	89.0	17.8	5.40E-05	5.40E-03
40	2400	5	12795.0	686.0	92.0	18.4	5.58E-05	5.58E-03
45	2700	5	12883.0	774.0	88.0	17.6	5.34E-05	5.34E-03
50	3000	5	12972.0	863.0	89.0	17.8	5.40E-05	5.40E-03
55	3300	5	13063.0	954.0	91.0	18.2	5.52E-05	5.52E-03
60	3600	5	13150.0	1041.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.30E-05 m/s (5.30E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S7-PZ			**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	16.04.2025	**DA:**	2.50 m da p.c.	**A:**	3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

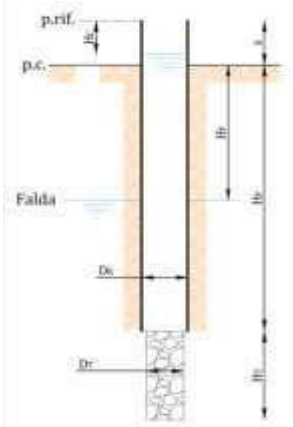
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

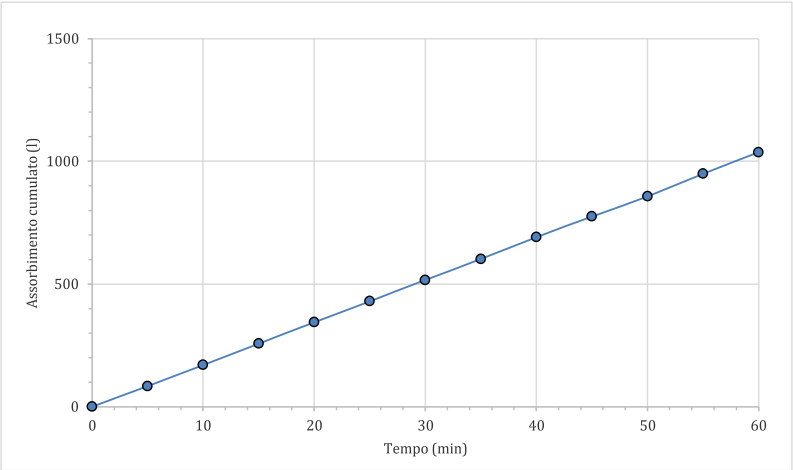
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	16900.0	-	-	-	-	-
5	300	5	16984.0	84.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
10	600	5	17070.0	170.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
15	900	5	17157.0	257.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03
20	1200	5	17244.0	344.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03
25	1500	5	17330.0	430.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
30	1800	5	17416.0	516.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
35	2100	5	17502.0	602.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
40	2400	5	17591.0	691.0	89.0	17.8	5.40E-05	5.40E-03
45	2700	5	17675.0	775.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
50	3000	5	17757.0	857.0	82.0	16.4	4.98E-05	4.98E-03
55	3300	5	17849.0	949.0	92.0	18.4	5.58E-05	5.58E-03
60	3600	5	17937.0	1037.0	88.0	17.6	5.34E-05	5.34E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.24E-05 m/s (5.24E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.				
CANTIERE:	Sedriano (MI)				
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S-DH1	**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	11.04.2025	**DA:** 2.50 m da p.c.	**A:** 3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

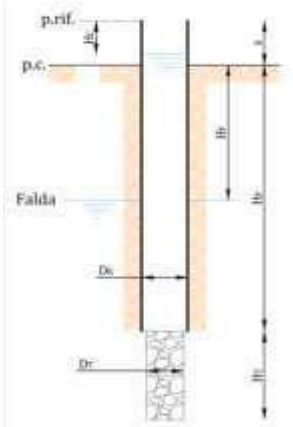
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

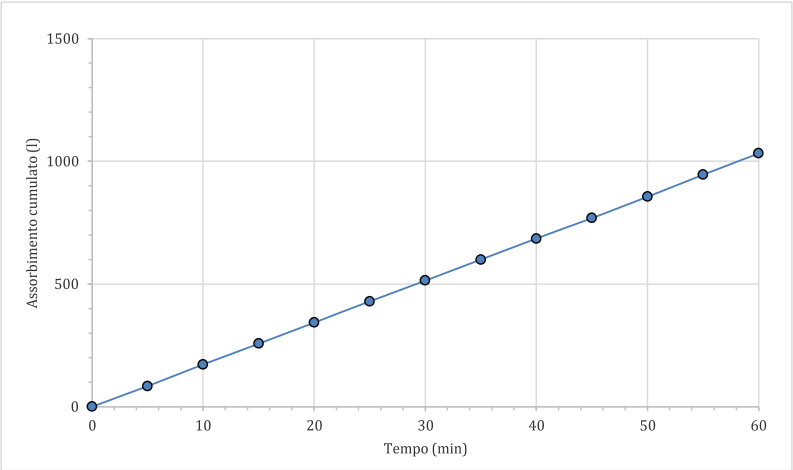
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	15497.0	-	-	-	-	-
5	300	5	15581.0	84.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
10	600	5	15669.0	172.0	88.0	17.6	5.34E-05	5.34E-03
15	900	5	15754.0	257.0	85.0	17.0	5.16E-05	5.16E-03
20	1200	5	15840.0	343.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
25	1500	5	15926.0	429.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
30	1800	5	16011.0	514.0	85.0	17.0	5.16E-05	5.16E-03
35	2100	5	16096.0	599.0	85.0	17.0	5.16E-05	5.16E-03
40	2400	5	16182.0	685.0	86.0	17.2	5.22E-05	5.22E-03
45	2700	5	16266.0	769.0	84.0	16.8	5.10E-05	5.10E-03
50	3000	5	16353.0	856.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03
55	3300	5	16442.0	945.0	89.0	17.8	5.40E-05	5.40E-03
60	3600	5	16529.0	1032.0	87.0	17.4	5.28E-05	5.28E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 5.21E-05 m/s (5.21E-03 cm/s)

Note:

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC
A CARICO COSTANTE

COMMITTENTE:	Geoarbor S.r.l.						
CANTIERE:	Sedriano (MI)						
LOCALITA':	Sedriano (MI)	**SONDAGGIO:**	S-DH2			**PROVA n°:**	LF-01
DATA :	08.04.2025	**DA:**	2.50 m da p.c.	**A:**	3.00 m da p.c.	**PROF. FALDA:**	falda assente

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO:

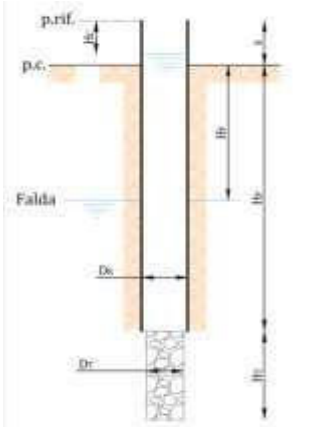
Perforatrice :	GM 600C	ø carotiere (D_C):	101 mm
Pompa acqua:	Nenzi 200 l	ø rivestimenti (D_R):	127 mm
Esecuz. tasca:	con carotiere	Tipo di carotiere:	Semplice

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

Profondità foro (H_P+H_T):	3.00 m da p.c.	Lunghezza tasca (H_T):	0.50 m
Profondità rivestim. (H_P):	2.50 m da p.c.	Diametro tasca (D_T):	101 mm
Sporgenza rivestim. (s):	0.65 m	Volume tasca (V_T):	4.01 l
Soggiacenza falda (H_F):	falda assente	Tipologia di tasca:	(6)
Livello costante (H_C):	0.00 m da p.rif.	Fattore di forma (F):	1.744 m
Carico idraulico (C_I):	3.15 m		

Note: il fattore di forma è stato calcolato con le formulazioni proposte da Hvorslev (1951) in funzione del tipo di tasca: (1)-Fondo sferico in terreno uniforme; (2)-Fondo semisferico al tetto di uno strato confinato; (3)-Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato; (4)-Fondo filtrante piano in terreno uniforme; (5)-Filtro cilindirco al tetto di uno strato confinato; (6)-Filto cilindrico in terreno uniforme.

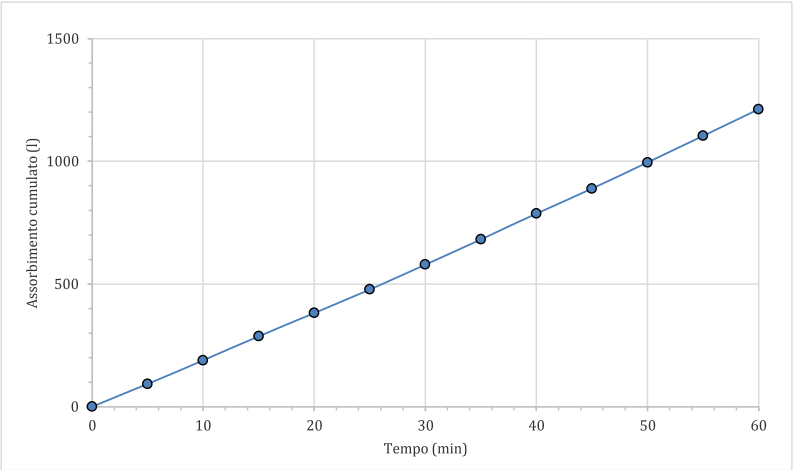
SCHEMA GEOMETRICO



DATI DI PROVA

TEMPO		Δt	LETTURE AL CONTATORE	ASSORBIMENTO CUMULATO	ASSORBIMENTO PARZIALE	PORTATA	CONDUCIBILITA' IDRAULICA	
(min)	(s)	(min)	(l)	(l)	(l)	(l/min)	(m/s)	(cm/s)
0	0	0	10872.0	-	-	-	-	-
5	300	5	10965.0	93.0	93.0	18.6	5.64E-05	5.64E-03
10	600	5	11061.0	189.0	96.0	19.2	5.83E-05	5.83E-03
15	900	5	11159.0	287.0	98.0	19.6	5.95E-05	5.95E-03
20	1200	5	11254.0	382.0	95.0	19.0	5.77E-05	5.77E-03
25	1500	5	11350.0	478.0	96.0	19.2	5.83E-05	5.83E-03
30	1800	5	11451.0	579.0	101.0	20.2	6.13E-05	6.13E-03
35	2100	5	11554.0	682.0	103.0	20.6	6.25E-05	6.25E-03
40	2400	5	11659.0	787.0	105.0	21.0	6.37E-05	6.37E-03
45	2700	5	11761.0	889.0	102.0	20.4	6.19E-05	6.19E-03
50	3000	5	11867.0	995.0	106.0	21.2	6.43E-05	6.43E-03
55	3300	5	11976.0	1104.0	109.0	21.8	6.62E-05	6.62E-03
60	3600	5	12084.0	1212.0	108.0	21.6	6.55E-05	6.55E-03

DIAGRAMMA DI PROVA E CONDUCIBILITA' IDRAULICA



Tratti di prova identificati: 1

Primo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Secondo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Terzo tratto di prova

Intervallo: -

k= -

Prova completa

Intervallo: 0.00÷60.00 min

k= 6.13E-05 m/s (6.13E-03 cm/s)

Note:

Prova penetrometrica dinamica P1

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 24/03/2025

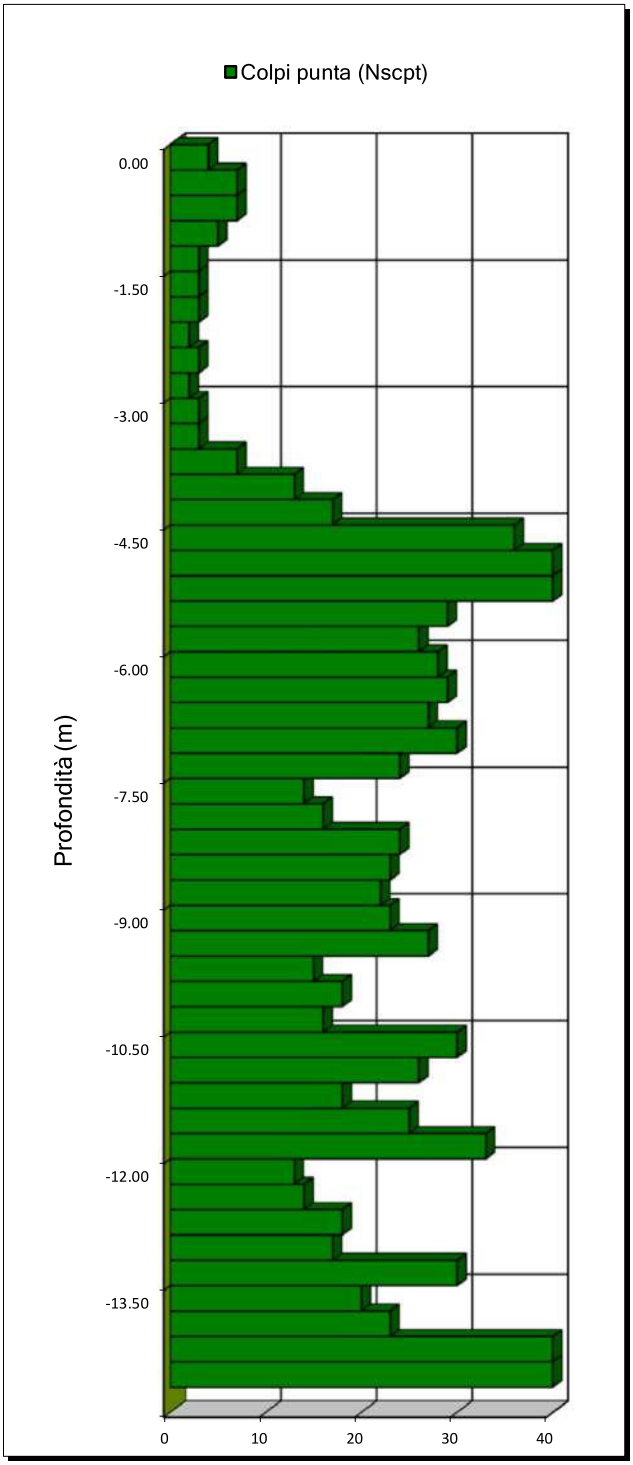
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	4
-0.30	-0.60	7
-0.60	-0.90	7
-0.90	-1.20	5
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	2
-2.40	-2.70	3
-2.70	-3.00	2
-3.00	-3.30	3
-3.30	-3.60	3
-3.60	-3.90	7
-3.90	-4.20	13
-4.20	-4.50	17
-4.50	-4.80	36
-4.80	-5.10	48
-5.10	-5.40	45
-5.40	-5.70	29
-5.70	-6.00	26
-6.00	-6.30	28
-6.30	-6.60	29
-6.60	-6.90	27
-6.90	-7.20	30
-7.20	-7.50	24
-7.50	-7.80	14
-7.80	-8.10	16
-8.10	-8.40	24
-8.40	-8.70	23
-8.70	-9.00	22
-9.00	-9.30	23
-9.30	-9.60	27
-9.60	-9.90	15
-9.90	-10.20	18
-10.20	-10.50	16
-10.50	-10.80	30
-10.80	-11.10	26
-11.10	-11.40	18
-11.40	-11.70	25
-11.70	-12.00	33
-12.00	-12.30	13
-12.30	-12.60	14
-12.60	-12.90	18
-12.90	-13.20	17
-13.20	-13.50	30
-13.50	-13.80	20
-13.80	-14.10	23
-14.10	-14.40	47
-14.40	-14.70	100
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P2

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 24/03/2025

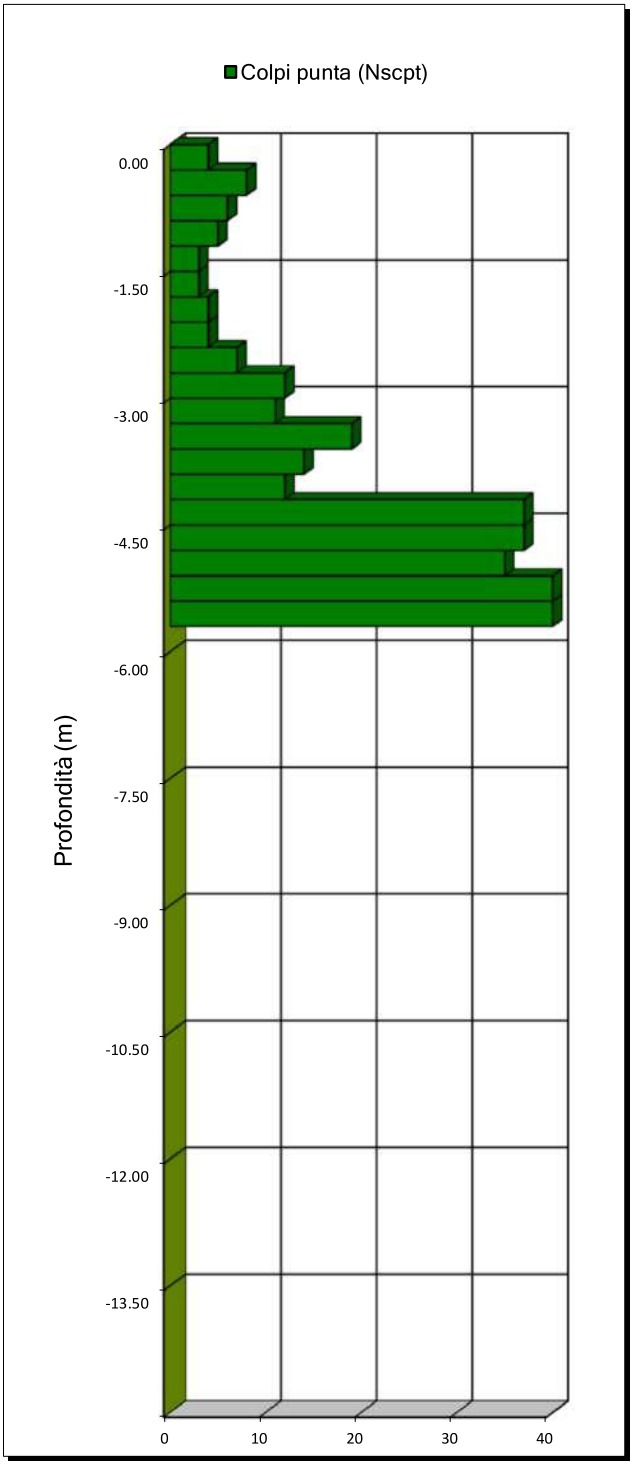
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	4
-0.30	-0.60	8
-0.60	-0.90	6
-0.90	-1.20	5
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	4
-2.10	-2.40	4
-2.40	-2.70	7
-2.70	-3.00	12
-3.00	-3.30	11
-3.30	-3.60	19
-3.60	-3.90	14
-3.90	-4.20	12
-4.20	-4.50	37
-4.50	-4.80	37
-4.80	-5.10	35
-5.10	-5.40	62
-5.40	-5.70	100
-5.70	-6.00	
-6.00	-6.30	
-6.30	-6.60	
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P3

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 25/03/2025

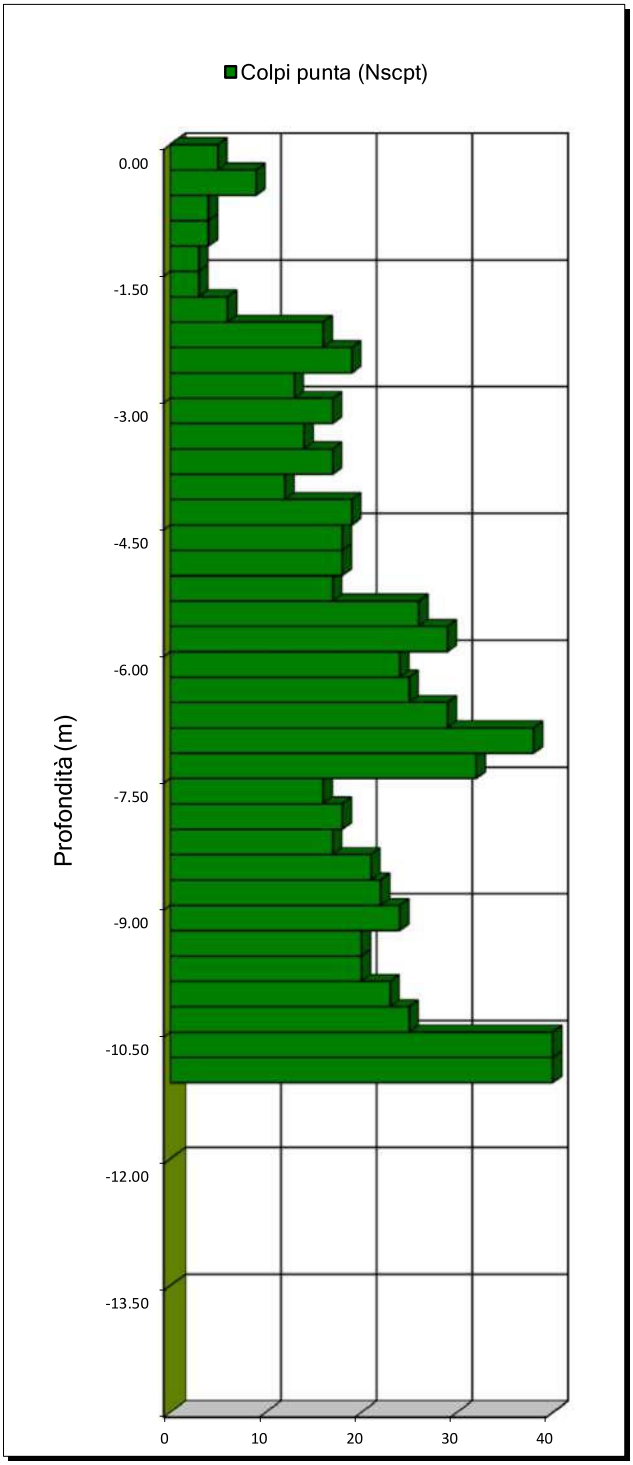
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Sigla cantiere: L3712

Attrezzatura: Pagani 63/100

Falda: non misurata

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	5
-0.30	-0.60	9
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	6
-2.10	-2.40	16
-2.40	-2.70	19
-2.70	-3.00	13
-3.00	-3.30	17
-3.30	-3.60	14
-3.60	-3.90	17
-3.90	-4.20	12
-4.20	-4.50	19
-4.50	-4.80	18
-4.80	-5.10	18
-5.10	-5.40	17
-5.40	-5.70	26
-5.70	-6.00	29
-6.00	-6.30	24
-6.30	-6.60	25
-6.60	-6.90	29
-6.90	-7.20	38
-7.20	-7.50	32
-7.50	-7.80	16
-7.80	-8.10	18
-8.10	-8.40	17
-8.40	-8.70	21
-8.70	-9.00	22
-9.00	-9.30	24
-9.30	-9.60	20
-9.60	-9.90	20
-9.90	-10.20	23
-10.20	-10.50	25
-10.50	-10.80	46
-10.80	-11.10	100
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P4

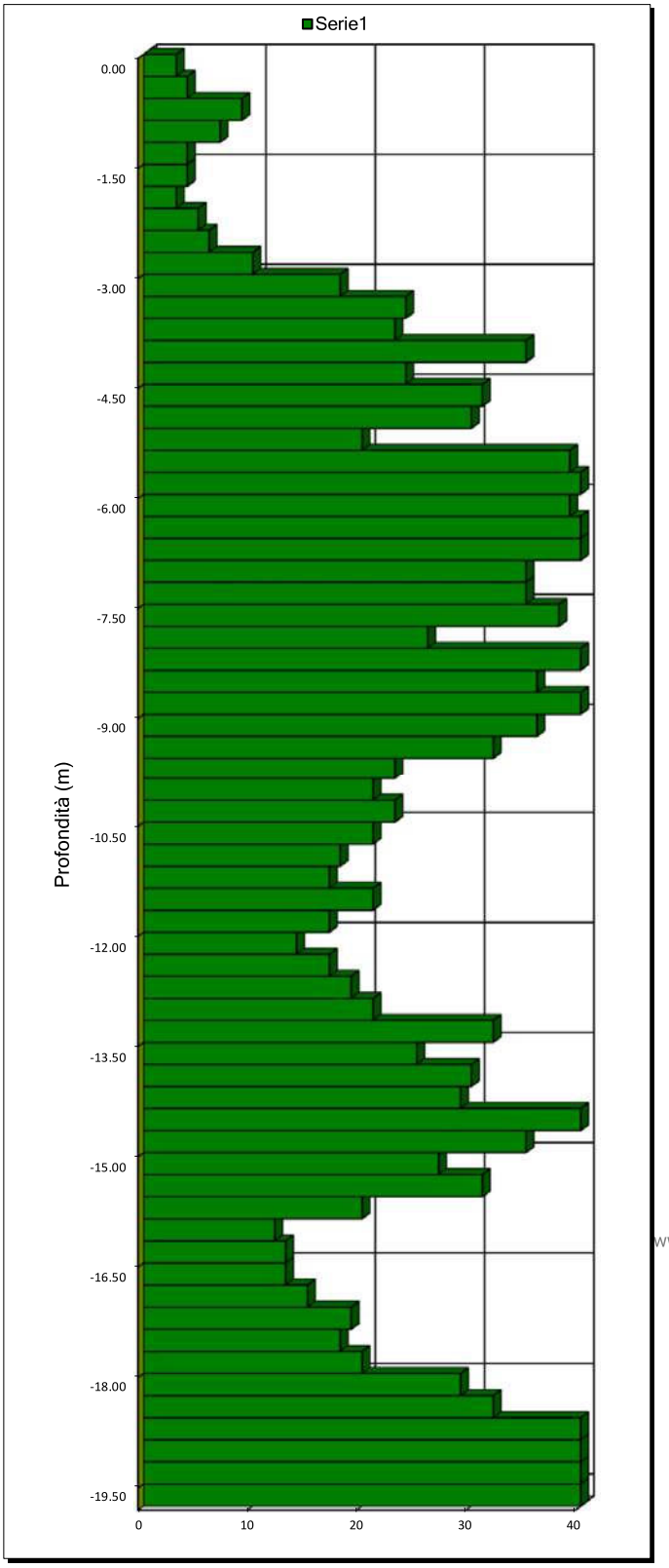
Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 24/03/2025

Ditta esecutrice: GeoArbor Studio **Sigla cantiere: L3712**

Attrezzatura: Pagani 63/100 **Falda: non misurata**

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	4
-0.60	-0.90	9
-0.90	-1.20	7
-1.20	-1.50	4
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	5
-2.40	-2.70	6
-2.70	-3.00	10
-3.00	-3.30	18
-3.30	-3.60	24
-3.60	-3.90	23
-3.90	-4.20	35
-4.20	-4.50	24
-4.50	-4.80	31
-4.80	-5.10	30
-5.10	-5.40	20
-5.40	-5.70	39
-5.70	-6.00	46
-6.00	-6.30	39
-6.30	-6.60	68
-6.60	-6.90	41
-6.90	-7.20	35
-7.20	-7.50	35
-7.50	-7.80	38
-7.80	-8.10	26
-8.10	-8.40	49
-8.40	-8.70	36
-8.70	-9.00	57
-9.00	-9.30	36
-9.30	-9.60	32
-9.60	-9.90	23
-9.90	-10.20	21
-10.20	-10.50	23
-10.50	-10.80	21
-10.80	-11.10	18
-11.10	-11.40	17
-11.40	-11.70	21
-11.70	-12.00	17
-12.00	-12.30	14
-12.30	-12.60	17
-12.60	-12.90	19
-12.90	-13.20	21
-13.20	-13.50	32
-13.50	-13.80	25
-13.80	-14.10	30
-14.10	-14.40	29
-14.40	-14.70	46
-14.70	-15.00	35
-15.00	-15.30	27
-15.30	-15.60	31
-15.60	-15.90	20
-15.90	-16.20	12
-16.20	-16.50	13
-16.50	-16.80	13
-16.80	-17.10	15
-17.10	-17.40	19
-17.40	-17.70	18
-17.70	-18.00	20
-18.00	-18.30	29
-18.30	-18.60	32
-18.60	-18.90	44
-18.90	-19.20	53
-19.20	-19.50	63
-19.50	-19.80	100

Prova penetrometrica dinamica P5

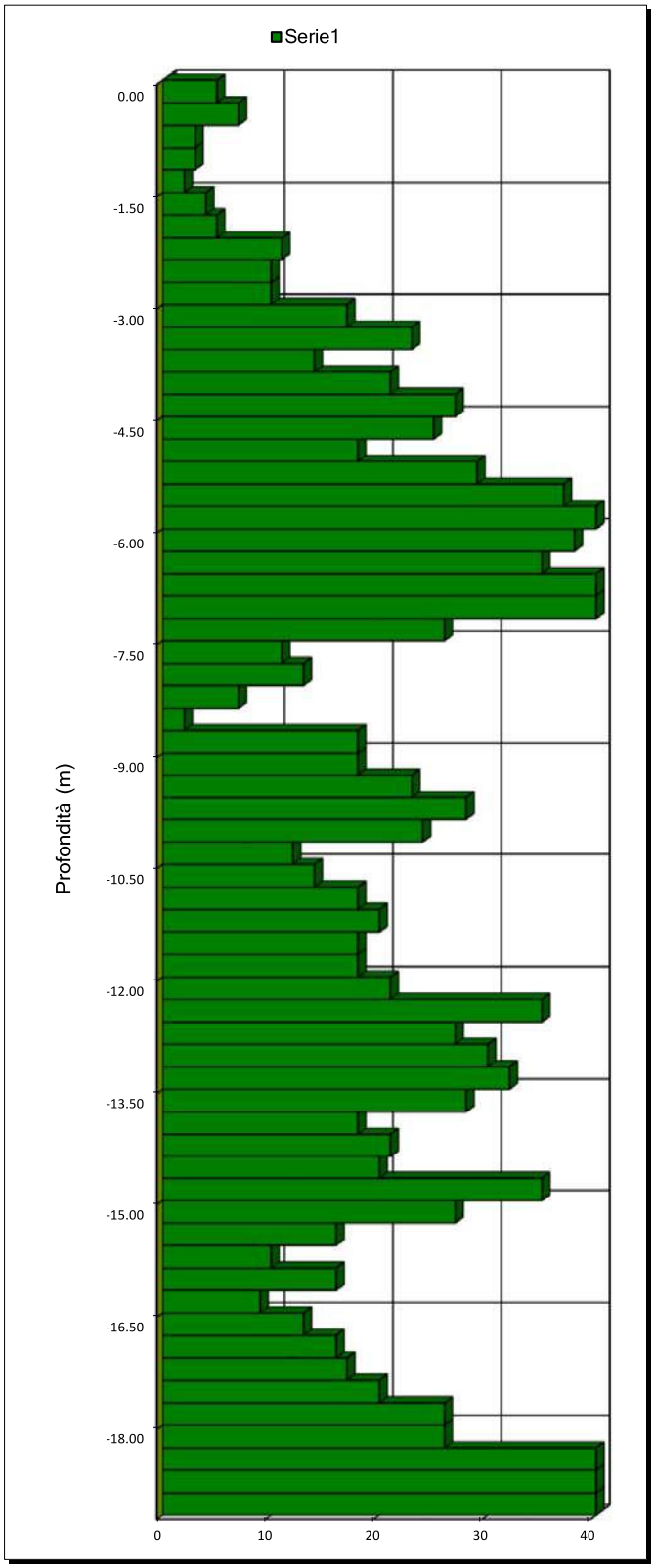
Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 25/03/2025

Ditta esecutrice: GeoArbor Studio **Sigla cantiere: L3712**

Attrezzatura: Pagani 63/100 **Falda: non misurata**

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	5
-0.30	-0.60	7
-0.60	-0.90	3
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	2
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	5
-2.10	-2.40	11
-2.40	-2.70	10
-2.70	-3.00	10
-3.00	-3.30	17
-3.30	-3.60	23
-3.60	-3.90	14
-3.90	-4.20	21
-4.20	-4.50	27
-4.50	-4.80	25
-4.80	-5.10	18
-5.10	-5.40	29
-5.40	-5.70	37
-5.70	-6.00	52
-6.00	-6.30	38
-6.30	-6.60	35
-6.60	-6.90	43
-6.90	-7.20	44
-7.20	-7.50	26
-7.50	-7.80	11
-7.80	-8.10	13
-8.10	-8.40	7
-8.40	-8.70	2
-8.70	-9.00	18
-9.00	-9.30	18
-9.30	-9.60	23
-9.60	-9.90	28
-9.90	-10.20	24
-10.20	-10.50	12
-10.50	-10.80	14
-10.80	-11.10	18
-11.10	-11.40	20
-11.40	-11.70	18
-11.70	-12.00	18
-12.00	-12.30	21
-12.30	-12.60	35
-12.60	-12.90	27
-12.90	-13.20	30
-13.20	-13.50	32
-13.50	-13.80	28
-13.80	-14.10	18
-14.10	-14.40	21
-14.40	-14.70	20
-14.70	-15.00	35
-15.00	-15.30	27
-15.30	-15.60	16
-15.60	-15.90	10
-15.90	-16.20	16
-16.20	-16.50	9
-16.50	-16.80	13
-16.80	-17.10	16
-17.10	-17.40	17
-17.40	-17.70	20
-17.70	-18.00	26
-18.00	-18.30	26
-18.30	-18.60	41
-18.60	-18.90	46
-18.90	-19.20	100

Prova penetrometrica dinamica P6

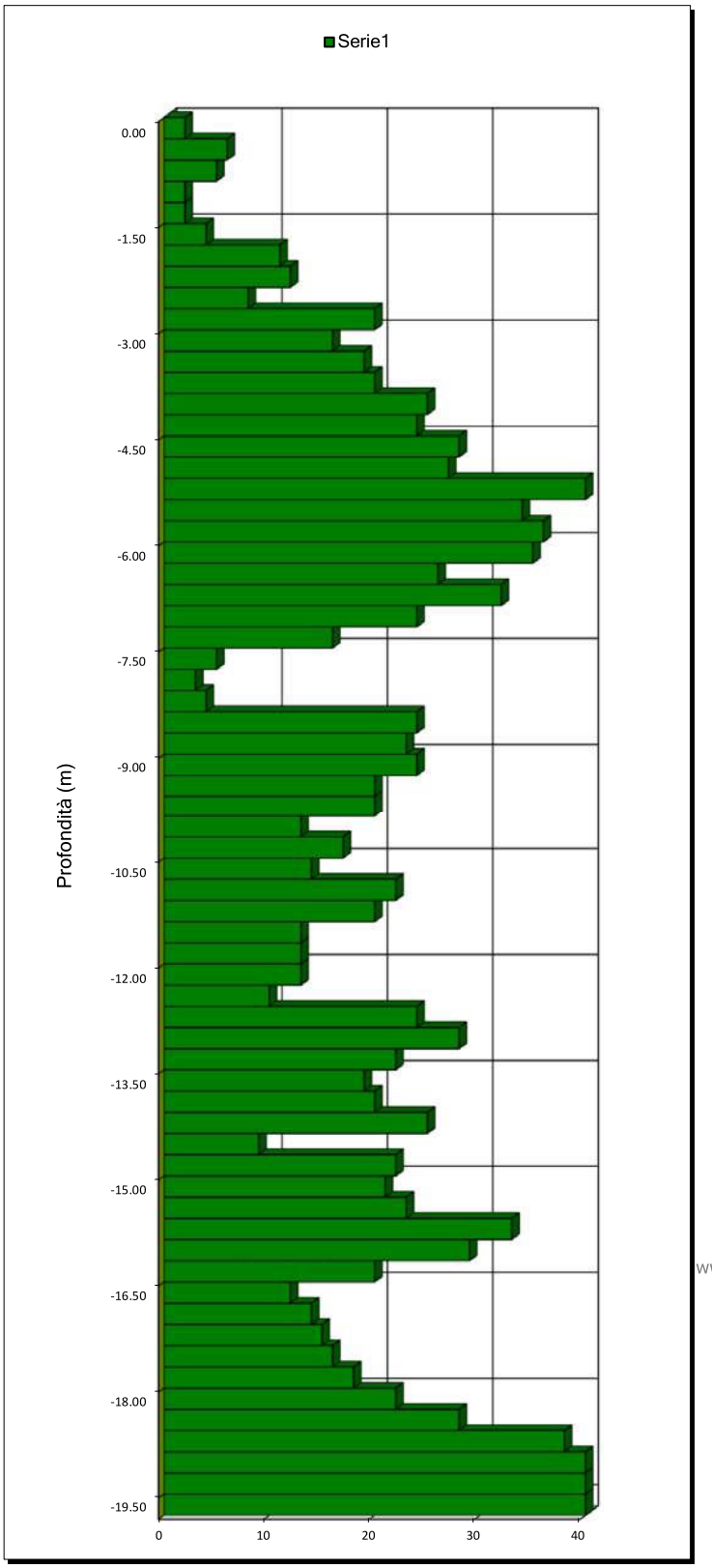
Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 24/03/2025

Ditta esecutrice: GeoArbor Studio **Sigla cantiere: L3712**

Attrezzatura: Pagani 63/100 **Falda: non misurata**

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	6
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	2
-1.20	-1.50	2
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	11
-2.10	-2.40	12
-2.40	-2.70	8
-2.70	-3.00	20
-3.00	-3.30	16
-3.30	-3.60	19
-3.60	-3.90	20
-3.90	-4.20	25
-4.20	-4.50	24
-4.50	-4.80	28
-4.80	-5.10	27
-5.10	-5.40	41
-5.40	-5.70	34
-5.70	-6.00	36
-6.00	-6.30	35
-6.30	-6.60	26
-6.60	-6.90	32
-6.90	-7.20	24
-7.20	-7.50	16
-7.50	-7.80	5
-7.80	-8.10	3
-8.10	-8.40	4
-8.40	-8.70	24
-8.70	-9.00	23
-9.00	-9.30	24
-9.30	-9.60	20
-9.60	-9.90	20
-9.90	-10.20	13
-10.20	-10.50	17
-10.50	-10.80	14
-10.80	-11.10	22
-11.10	-11.40	20
-11.40	-11.70	13
-11.70	-12.00	13
-12.00	-12.30	13
-12.30	-12.60	10
-12.60	-12.90	24
-12.90	-13.20	28
-13.20	-13.50	22
-13.50	-13.80	19
-13.80	-14.10	20
-14.10	-14.40	25
-14.40	-14.70	9
-14.70	-15.00	22
-15.00	-15.30	21
-15.30	-15.60	23
-15.60	-15.90	33
-15.90	-16.20	29
-16.20	-16.50	20
-16.50	-16.80	12
-16.80	-17.10	14
-17.10	-17.40	15
-17.40	-17.70	16
-17.70	-18.00	18
-18.00	-18.30	22
-18.30	-18.60	28
-18.60	-18.90	38
-18.90	-19.20	51
-19.20	-19.50	59
-19.50	-19.80	100

Prova penetrometrica dinamica P7

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 25/03/2025

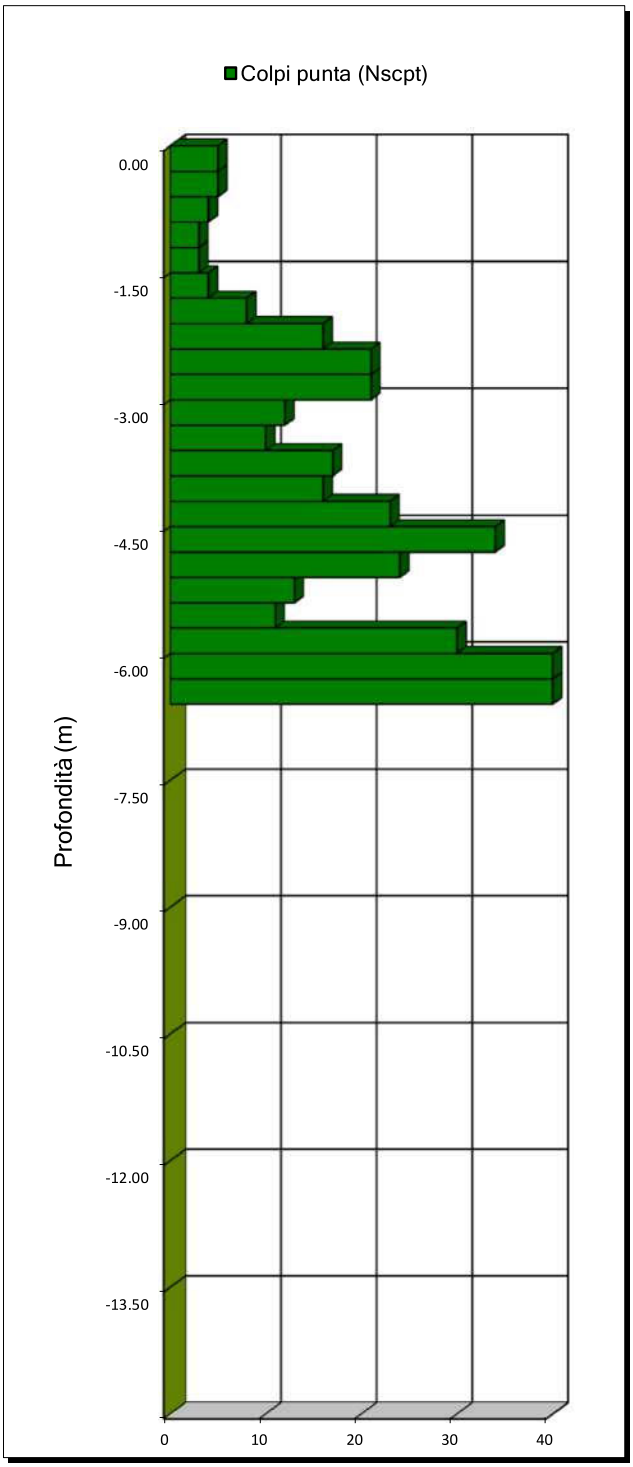
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	5
-0.30	-0.60	5
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	8
-2.10	-2.40	16
-2.40	-2.70	21
-2.70	-3.00	21
-3.00	-3.30	12
-3.30	-3.60	10
-3.60	-3.90	17
-3.90	-4.20	16
-4.20	-4.50	23
-4.50	-4.80	34
-4.80	-5.10	24
-5.10	-5.40	13
-5.40	-5.70	11
-5.70	-6.00	30
-6.00	-6.30	47
-6.30	-6.60	100
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P8

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 25/03/2025

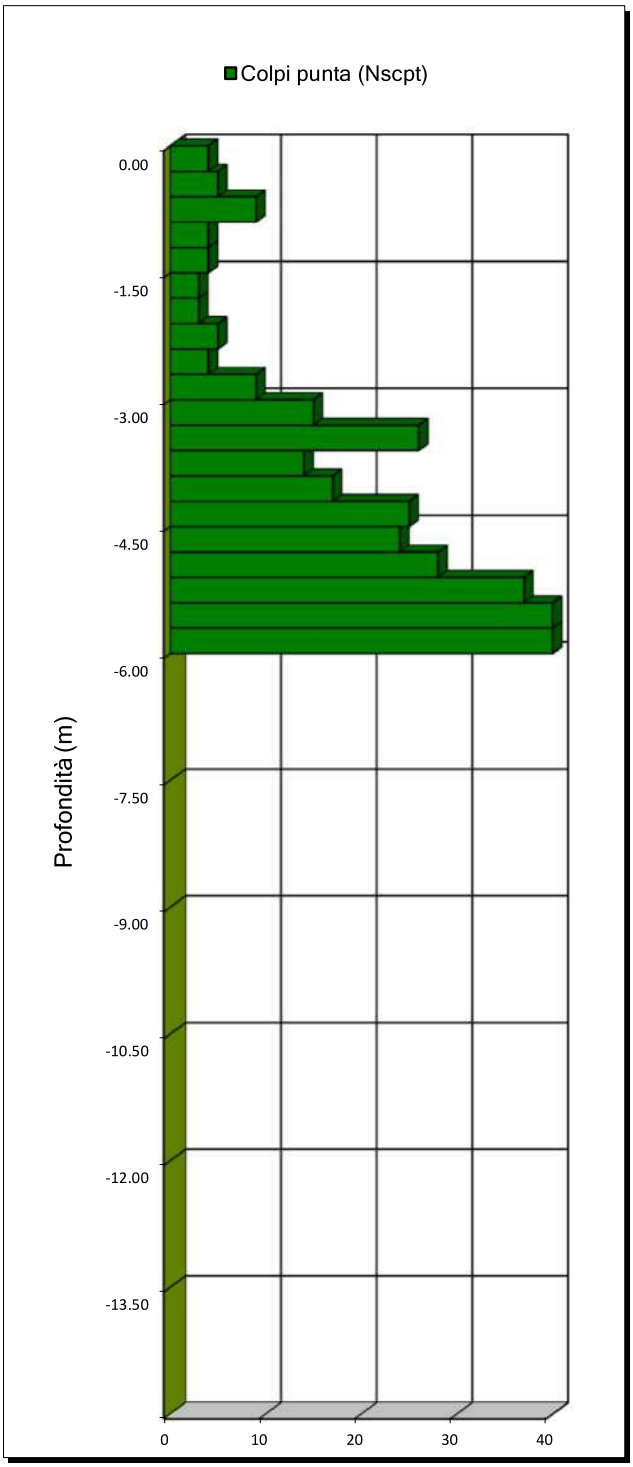
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	4
-0.30	-0.60	5
-0.60	-0.90	9
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	4
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	5
-2.40	-2.70	4
-2.70	-3.00	9
-3.00	-3.30	15
-3.30	-3.60	26
-3.60	-3.90	14
-3.90	-4.20	17
-4.20	-4.50	25
-4.50	-4.80	24
-4.80	-5.10	28
-5.10	-5.40	37
-5.40	-5.70	62
-5.70	-6.00	100
-6.00	-6.30	
-6.30	-6.60	
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P9

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 25/03/2025

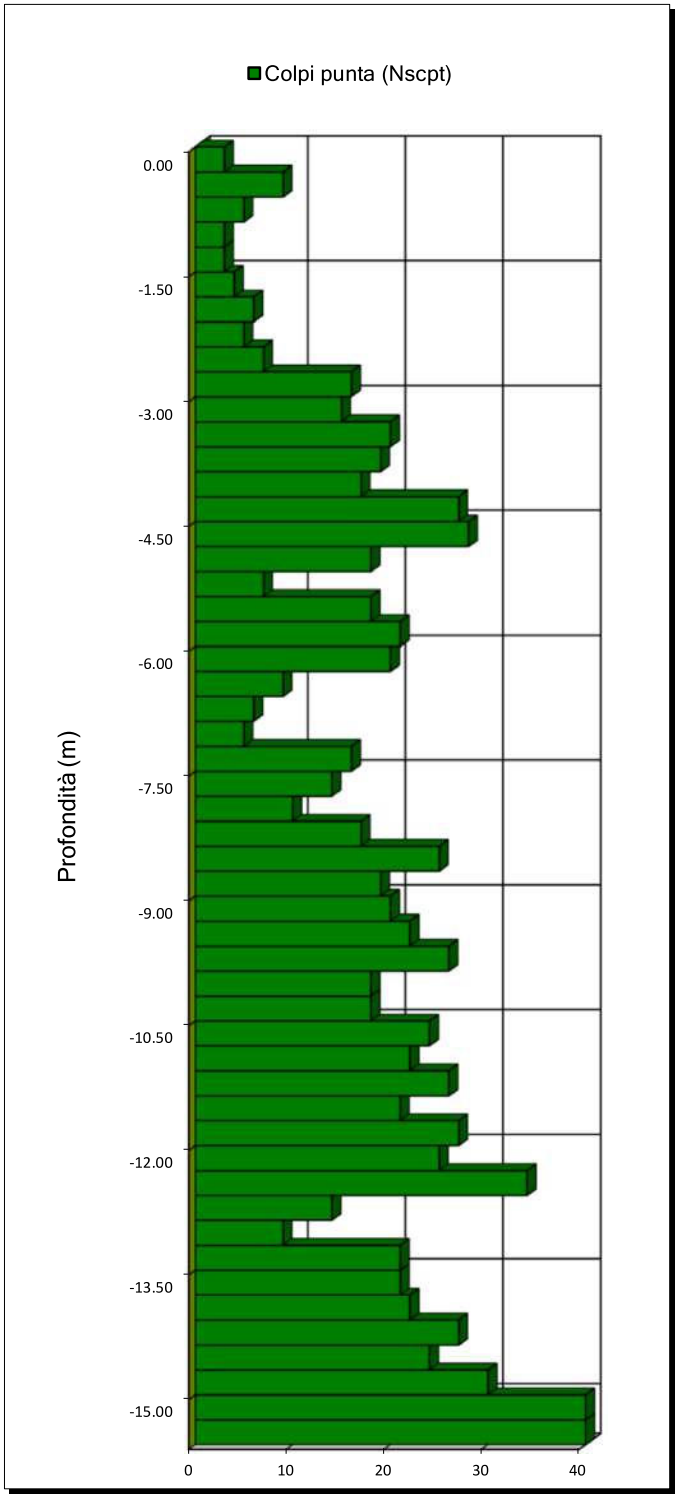
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Sigla cantiere: L3712

Attrezzatura: Pagani 63/100

Falda: non misurata

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	9
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	6
-2.10	-2.40	5
-2.40	-2.70	7
-2.70	-3.00	16
-3.00	-3.30	15
-3.30	-3.60	20
-3.60	-3.90	19
-3.90	-4.20	17
-4.20	-4.50	27
-4.50	-4.80	28
-4.80	-5.10	18
-5.10	-5.40	7
-5.40	-5.70	18
-5.70	-6.00	21
-6.00	-6.30	20
-6.30	-6.60	9
-6.60	-6.90	6
-6.90	-7.20	5
-7.20	-7.50	16
-7.50	-7.80	14
-7.80	-8.10	10
-8.10	-8.40	17
-8.40	-8.70	25
-8.70	-9.00	19
-9.00	-9.30	20
-9.30	-9.60	22
-9.60	-9.90	26
-9.90	-10.20	18
-10.20	-10.50	18
-10.50	-10.80	24
-10.80	-11.10	22
-11.10	-11.40	26
-11.40	-11.70	21
-11.70	-12.00	27
-12.00	-12.30	25
-12.30	-12.60	34
-12.60	-12.90	14
-12.90	-13.20	9
-13.20	-13.50	21
-13.50	-13.80	21
-13.80	-14.10	22
-14.10	-14.40	27
-14.40	-14.70	24
-14.70	-15.00	30
-15.00	-15.30	49
-15.30	-15.60	100

Prova penetrometrica dinamica P10

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 26/03/2025

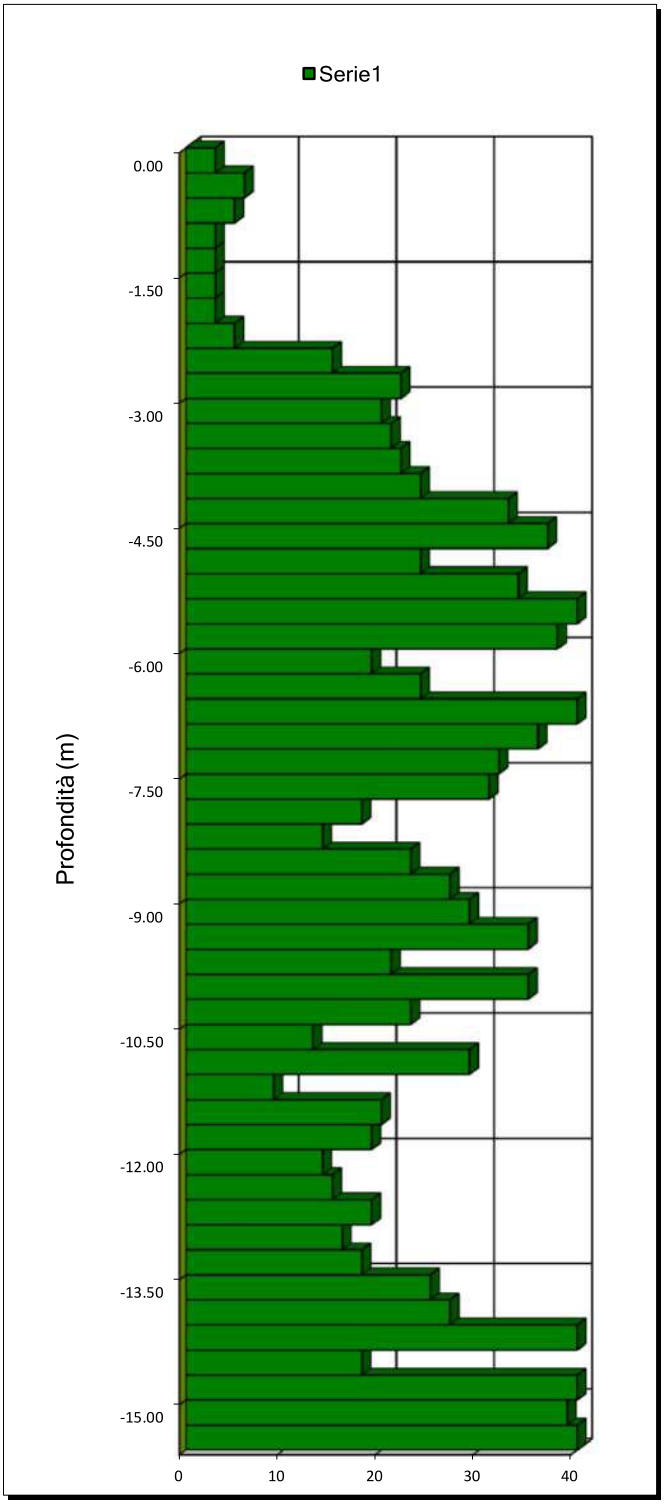
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Sigla cantiere: L3712

Attrezzatura: Pagani 63/100

Falda: non misurata

Committente: Belfin Capital



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	6
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	5
-2.40	-2.70	15
-2.70	-3.00	22
-3.00	-3.30	20
-3.30	-3.60	21
-3.60	-3.90	22
-3.90	-4.20	24
-4.20	-4.50	33
-4.50	-4.80	37
-4.80	-5.10	24
-5.10	-5.40	34
-5.40	-5.70	45
-5.70	-6.00	38
-6.00	-6.30	19
-6.30	-6.60	24
-6.60	-6.90	46
-6.90	-7.20	36
-7.20	-7.50	32
-7.50	-7.80	31
-7.80	-8.10	18
-8.10	-8.40	14
-8.40	-8.70	23
-8.70	-9.00	27
-9.00	-9.30	29
-9.30	-9.60	35
-9.60	-9.90	21
-9.90	-10.20	35
-10.20	-10.50	23
-10.50	-10.80	13
-10.80	-11.10	29
-11.10	-11.40	9
-11.40	-11.70	20
-11.70	-12.00	19
-12.00	-12.30	14
-12.30	-12.60	15
-12.60	-12.90	19
-12.90	-13.20	16
-13.20	-13.50	18
-13.50	-13.80	25
-13.80	-14.10	27
-14.10	-14.40	40
-14.40	-14.70	18
-14.70	-15.00	47
-15.00	-15.30	39
-15.30	-15.60	100

Prova penetrometrica dinamica P11

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 26/03/2025

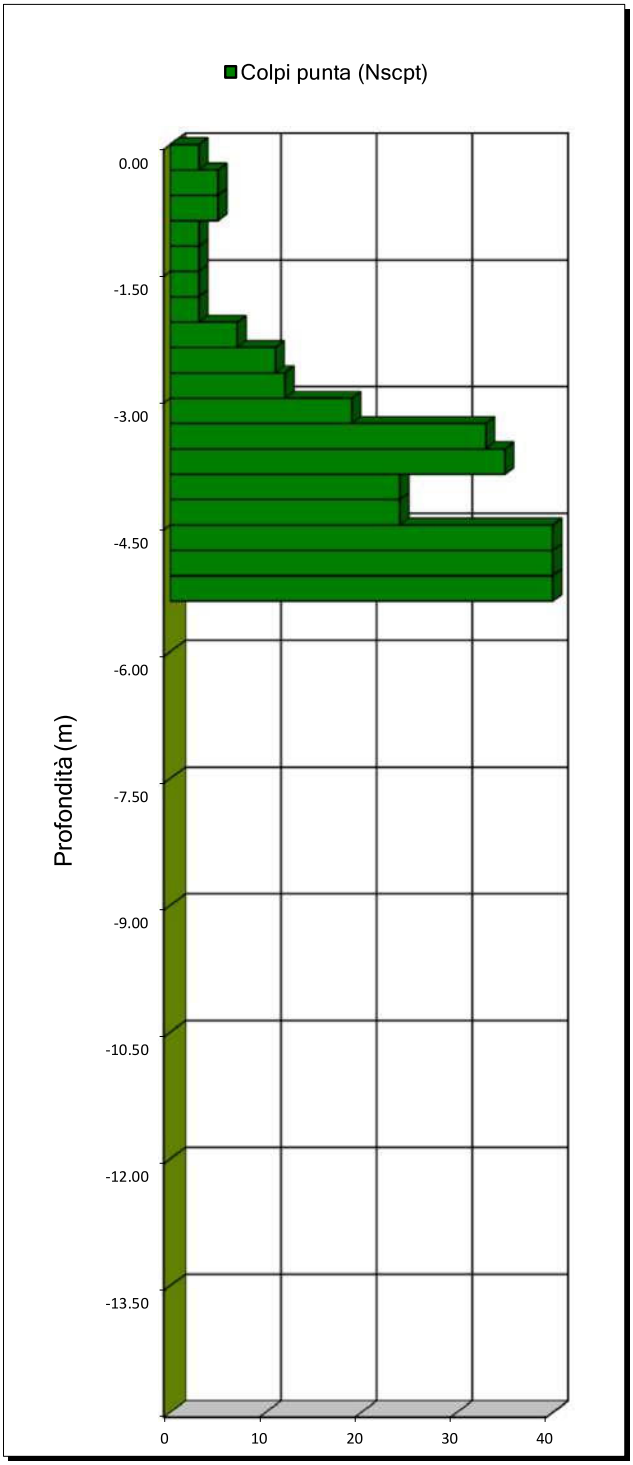
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	5
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	7
-2.40	-2.70	11
-2.70	-3.00	12
-3.00	-3.30	19
-3.30	-3.60	33
-3.60	-3.90	35
-3.90	-4.20	24
-4.20	-4.50	24
-4.50	-4.80	49
-4.80	-5.10	53
-5.10	-5.40	100
-5.40	-5.70	
-5.70	-6.00	
-6.00	-6.30	
-6.30	-6.60	
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P12

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 26/03/2025

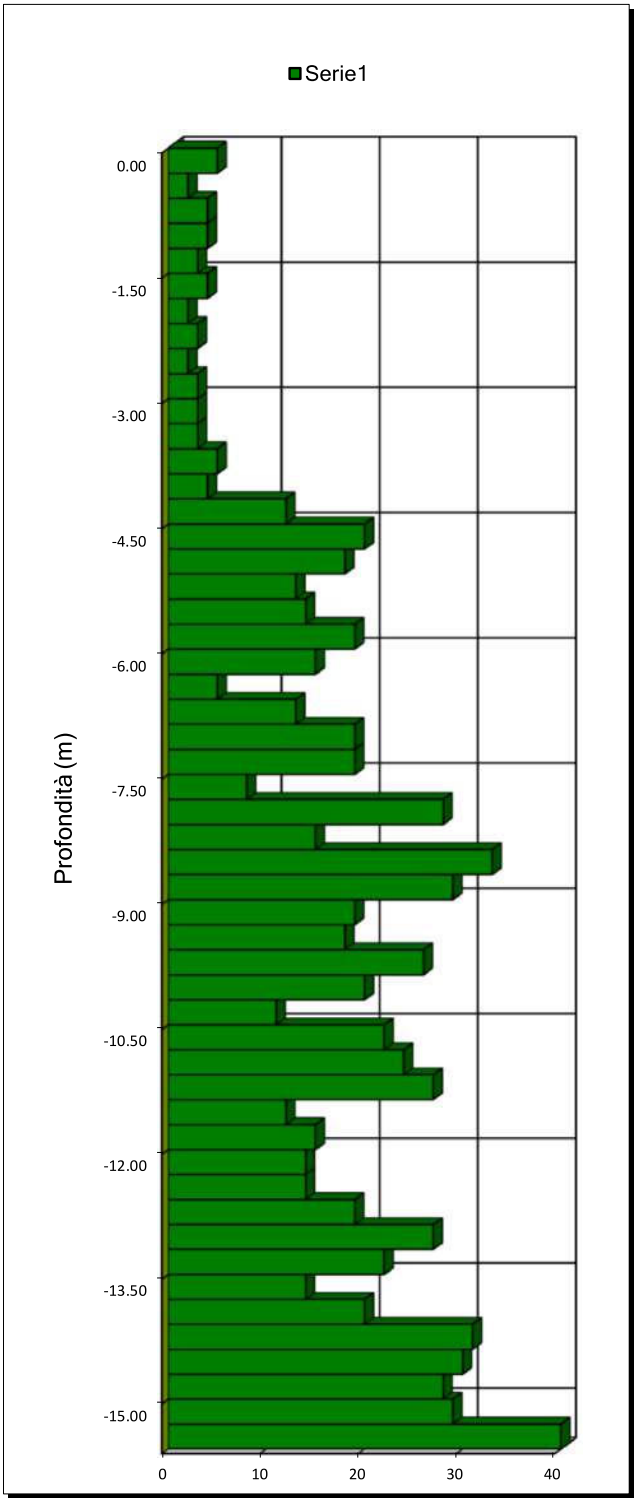
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	5
-0.30	-0.60	2
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	2
-2.10	-2.40	3
-2.40	-2.70	2
-2.70	-3.00	3
-3.00	-3.30	3
-3.30	-3.60	3
-3.60	-3.90	5
-3.90	-4.20	4
-4.20	-4.50	12
-4.50	-4.80	20
-4.80	-5.10	18
-5.10	-5.40	13
-5.40	-5.70	14
-5.70	-6.00	19
-6.00	-6.30	15
-6.30	-6.60	5
-6.60	-6.90	13
-6.90	-7.20	19
-7.20	-7.50	19
-7.50	-7.80	8
-7.80	-8.10	28
-8.10	-8.40	15
-8.40	-8.70	33
-8.70	-9.00	29
-9.00	-9.30	19
-9.30	-9.60	18
-9.60	-9.90	26
-9.90	-10.20	20
-10.20	-10.50	11
-10.50	-10.80	22
-10.80	-11.10	24
-11.10	-11.40	27
-11.40	-11.70	12
-11.70	-12.00	15
-12.00	-12.30	14
-12.30	-12.60	14
-12.60	-12.90	19
-12.90	-13.20	27
-13.20	-13.50	22
-13.50	-13.80	14
-13.80	-14.10	20
-14.10	-14.40	31
-14.40	-14.70	30
-14.70	-15.00	28
-15.00	-15.30	29
-15.30	-15.60	100

Prova penetrometrica dinamica P13

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 27/03/2025

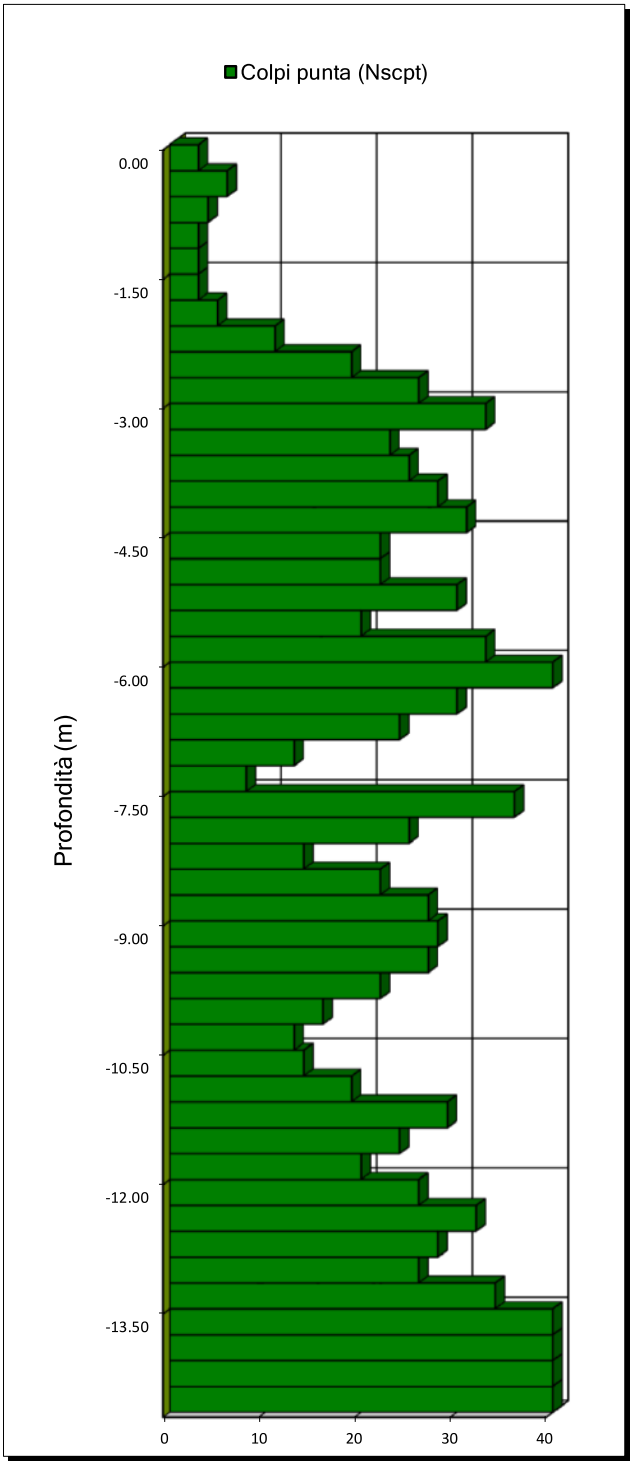
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	6
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	5
-2.10	-2.40	11
-2.40	-2.70	19
-2.70	-3.00	26
-3.00	-3.30	33
-3.30	-3.60	23
-3.60	-3.90	25
-3.90	-4.20	28
-4.20	-4.50	31
-4.50	-4.80	22
-4.80	-5.10	22
-5.10	-5.40	30
-5.40	-5.70	20
-5.70	-6.00	33
-6.00	-6.30	50
-6.30	-6.60	30
-6.60	-6.90	24
-6.90	-7.20	13
-7.20	-7.50	8
-7.50	-7.80	36
-7.80	-8.10	25
-8.10	-8.40	14
-8.40	-8.70	22
-8.70	-9.00	27
-9.00	-9.30	28
-9.30	-9.60	27
-9.60	-9.90	22
-9.90	-10.20	16
-10.20	-10.50	13
-10.50	-10.80	14
-10.80	-11.10	19
-11.10	-11.40	29
-11.40	-11.70	24
-11.70	-12.00	20
-12.00	-12.30	26
-12.30	-12.60	32
-12.60	-12.90	28
-12.90	-13.20	26
-13.20	-13.50	34
-13.50	-13.80	46
-13.80	-14.10	47
-14.10	-14.40	45
-14.40	-14.70	100

Prova penetrometrica dinamica P14

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 27/03/2025

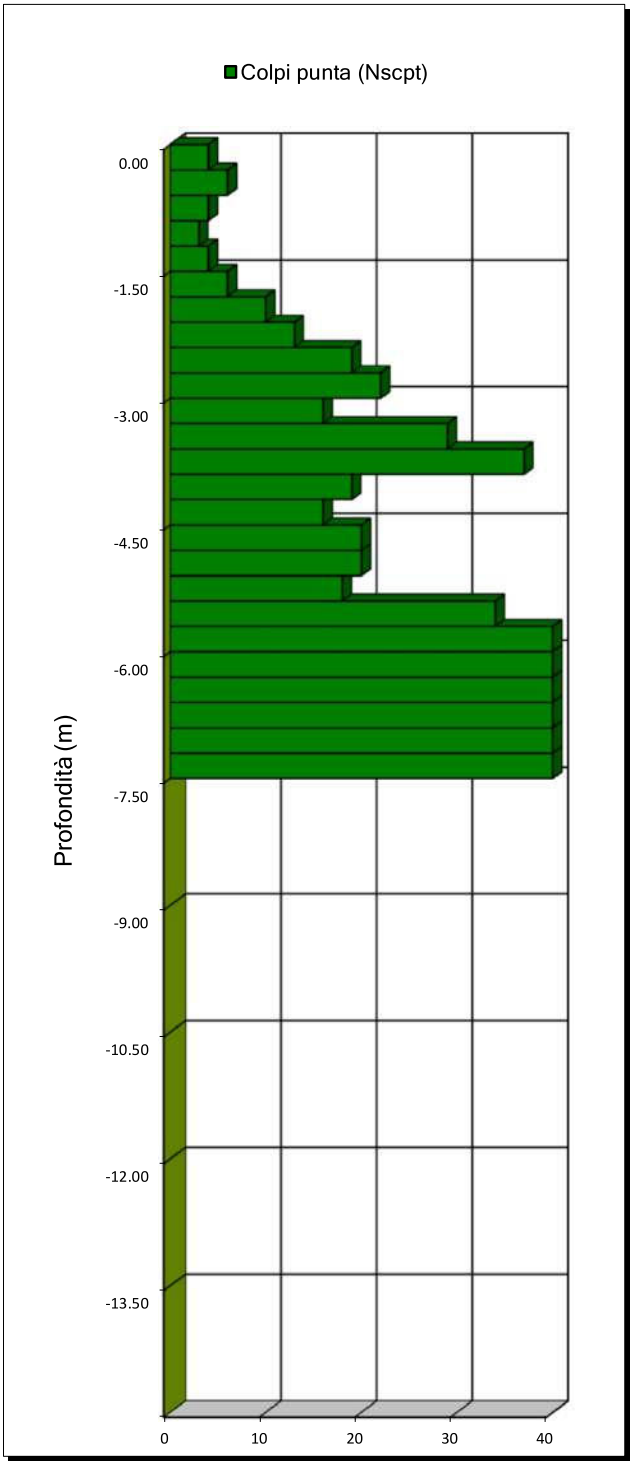
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	4
-0.30	-0.60	6
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	3
-1.20	-1.50	4
-1.50	-1.80	6
-1.80	-2.10	10
-2.10	-2.40	13
-2.40	-2.70	19
-2.70	-3.00	22
-3.00	-3.30	16
-3.30	-3.60	29
-3.60	-3.90	37
-3.90	-4.20	19
-4.20	-4.50	16
-4.50	-4.80	20
-4.80	-5.10	20
-5.10	-5.40	18
-5.40	-5.70	34
-5.70	-6.00	45
-6.00	-6.30	50
-6.30	-6.60	46
-6.60	-6.90	48
-6.90	-7.20	63
-7.20	-7.50	100
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P15

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 27/03/2025

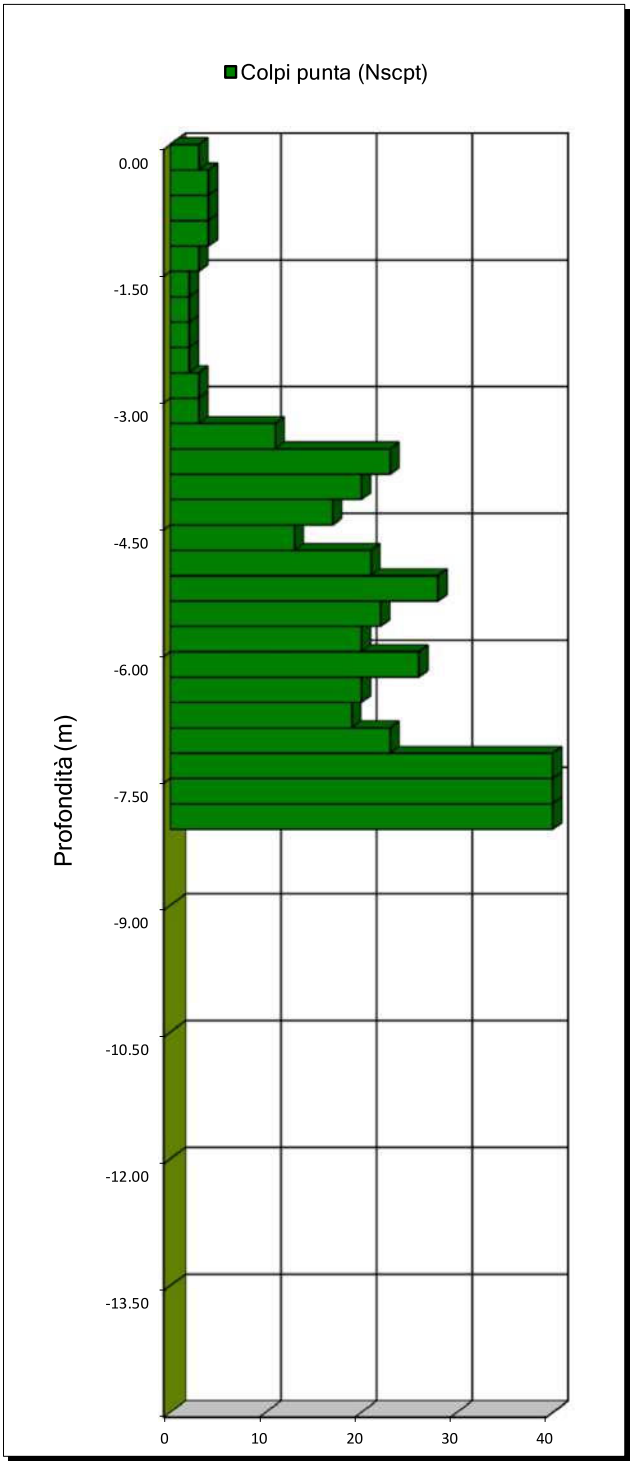
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	4
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	2
-1.80	-2.10	2
-2.10	-2.40	2
-2.40	-2.70	2
-2.70	-3.00	3
-3.00	-3.30	3
-3.30	-3.60	11
-3.60	-3.90	23
-3.90	-4.20	20
-4.20	-4.50	17
-4.50	-4.80	13
-4.80	-5.10	21
-5.10	-5.40	28
-5.40	-5.70	22
-5.70	-6.00	20
-6.00	-6.30	26
-6.30	-6.60	20
-6.60	-6.90	19
-6.90	-7.20	23
-7.20	-7.50	53
-7.50	-7.80	57
-7.80	-8.10	100
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P16

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 28/03/2025

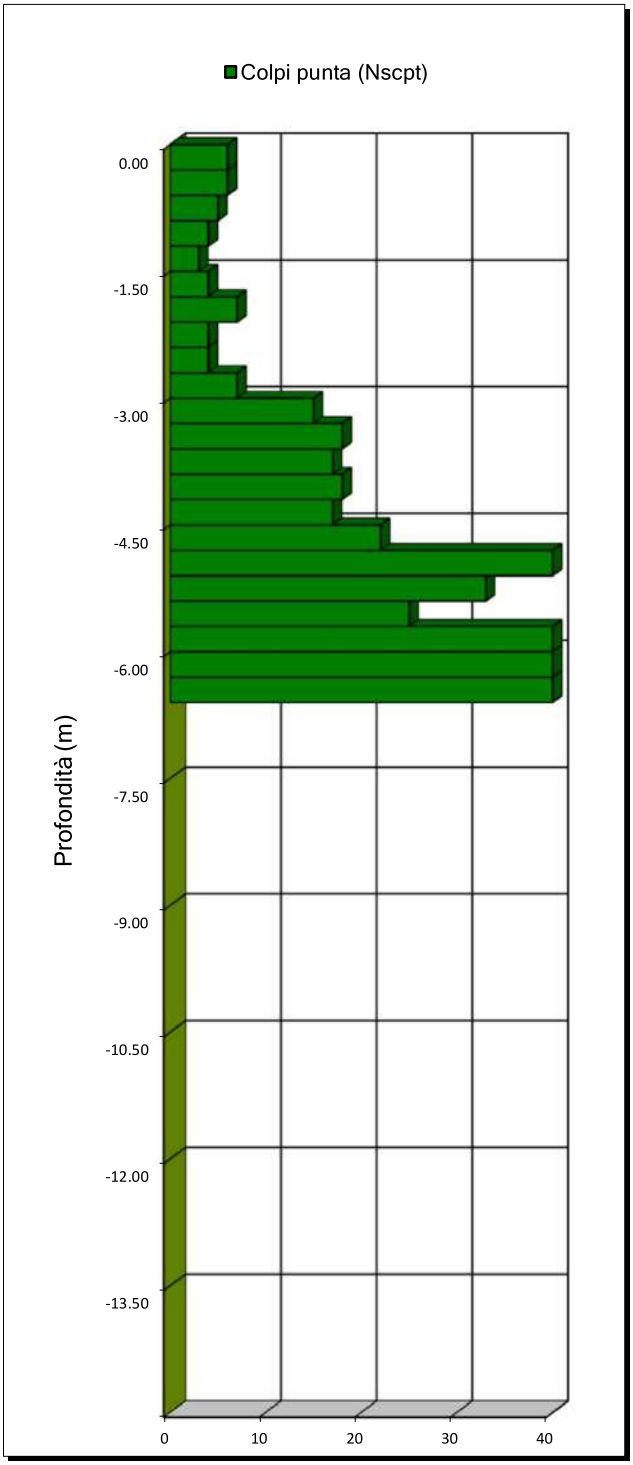
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	6
-0.30	-0.60	6
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	7
-2.10	-2.40	4
-2.40	-2.70	4
-2.70	-3.00	7
-3.00	-3.30	15
-3.30	-3.60	18
-3.60	-3.90	17
-3.90	-4.20	18
-4.20	-4.50	17
-4.50	-4.80	22
-4.80	-5.10	44
-5.10	-5.40	33
-5.40	-5.70	25
-5.70	-6.00	41
-6.00	-6.30	50
-6.30	-6.60	100
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P17

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 27/03/2025

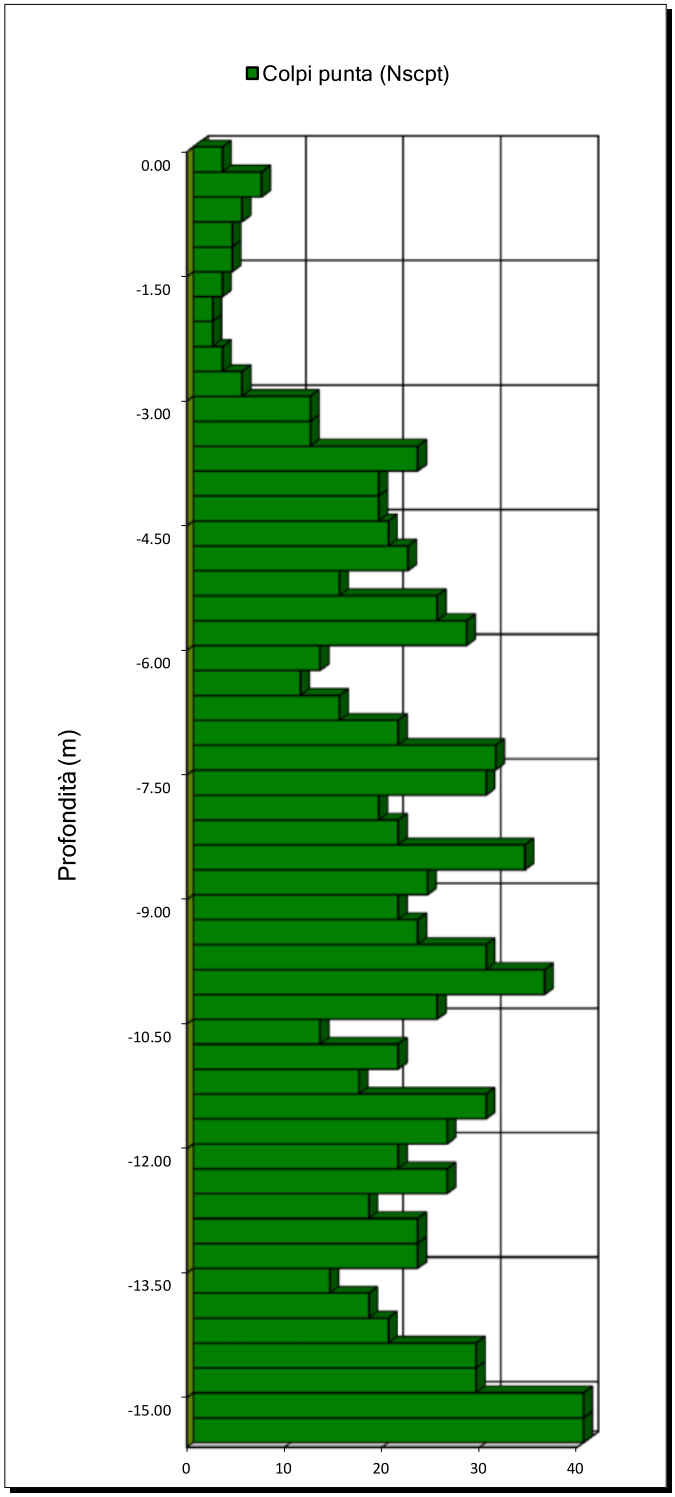
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	3
-0.30	-0.60	7
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	4
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	2
-2.10	-2.40	2
-2.40	-2.70	3
-2.70	-3.00	5
-3.00	-3.30	12
-3.30	-3.60	12
-3.60	-3.90	23
-3.90	-4.20	19
-4.20	-4.50	19
-4.50	-4.80	20
-4.80	-5.10	22
-5.10	-5.40	15
-5.40	-5.70	25
-5.70	-6.00	28
-6.00	-6.30	13
-6.30	-6.60	11
-6.60	-6.90	15
-6.90	-7.20	21
-7.20	-7.50	31
-7.50	-7.80	30
-7.80	-8.10	19
-8.10	-8.40	21
-8.40	-8.70	34
-8.70	-9.00	24
-9.00	-9.30	21
-9.30	-9.60	23
-9.60	-9.90	30
-9.90	-10.20	36
-10.20	-10.50	25
-10.50	-10.80	13
-10.80	-11.10	21
-11.10	-11.40	17
-11.40	-11.70	30
-11.70	-12.00	26
-12.00	-12.30	21
-12.30	-12.60	26
-12.60	-12.90	18
-12.90	-13.20	23
-13.20	-13.50	23
-13.50	-13.80	14
-13.80	-14.10	18
-14.10	-14.40	20
-14.40	-14.70	29
-14.70	-15.00	29
-15.00	-15.30	48
-15.30	-15.60	100

Prova penetrometrica dinamica P18

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 28/03/2025

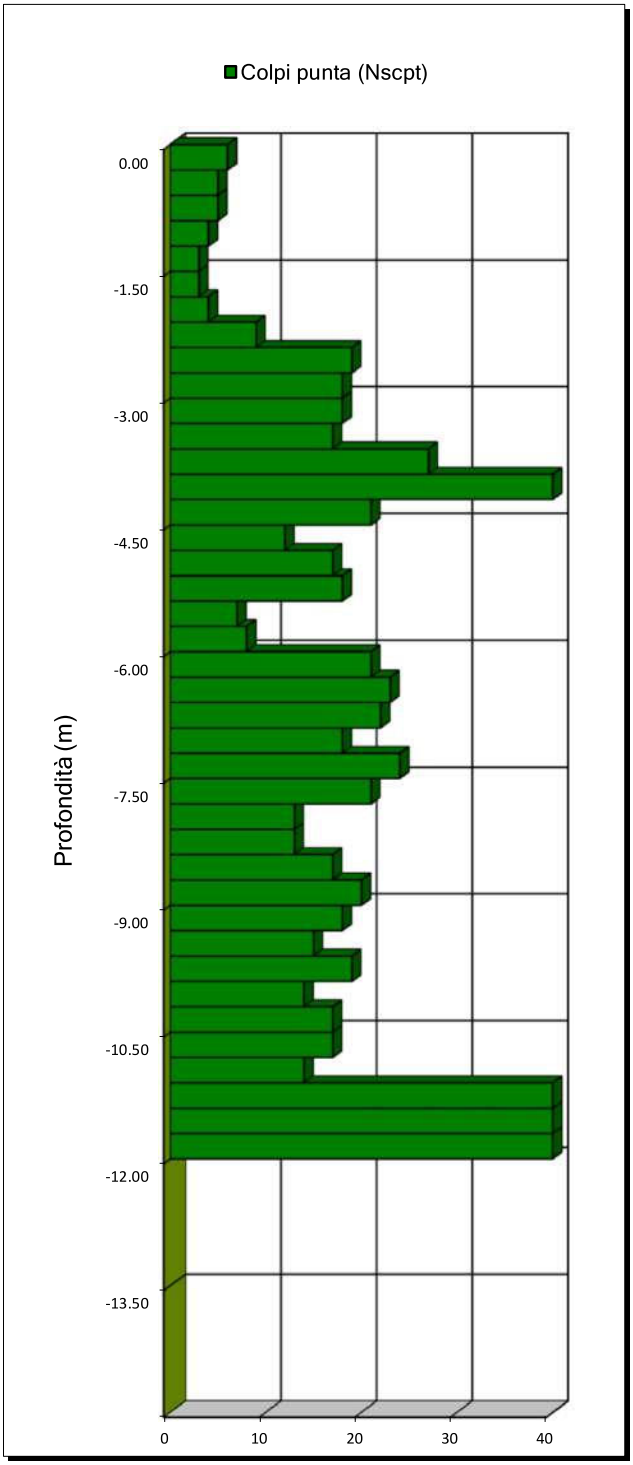
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	6
-0.30	-0.60	5
-0.60	-0.90	5
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	4
-2.10	-2.40	9
-2.40	-2.70	19
-2.70	-3.00	18
-3.00	-3.30	18
-3.30	-3.60	17
-3.60	-3.90	27
-3.90	-4.20	45
-4.20	-4.50	21
-4.50	-4.80	12
-4.80	-5.10	17
-5.10	-5.40	18
-5.40	-5.70	7
-5.70	-6.00	8
-6.00	-6.30	21
-6.30	-6.60	23
-6.60	-6.90	22
-6.90	-7.20	18
-7.20	-7.50	24
-7.50	-7.80	21
-7.80	-8.10	13
-8.10	-8.40	13
-8.40	-8.70	17
-8.70	-9.00	20
-9.00	-9.30	18
-9.30	-9.60	15
-9.60	-9.90	19
-9.90	-10.20	14
-10.20	-10.50	17
-10.50	-10.80	17
-10.80	-11.10	14
-11.10	-11.40	40
-11.40	-11.70	48
-11.70	-12.00	100
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P19

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 21/03/2025

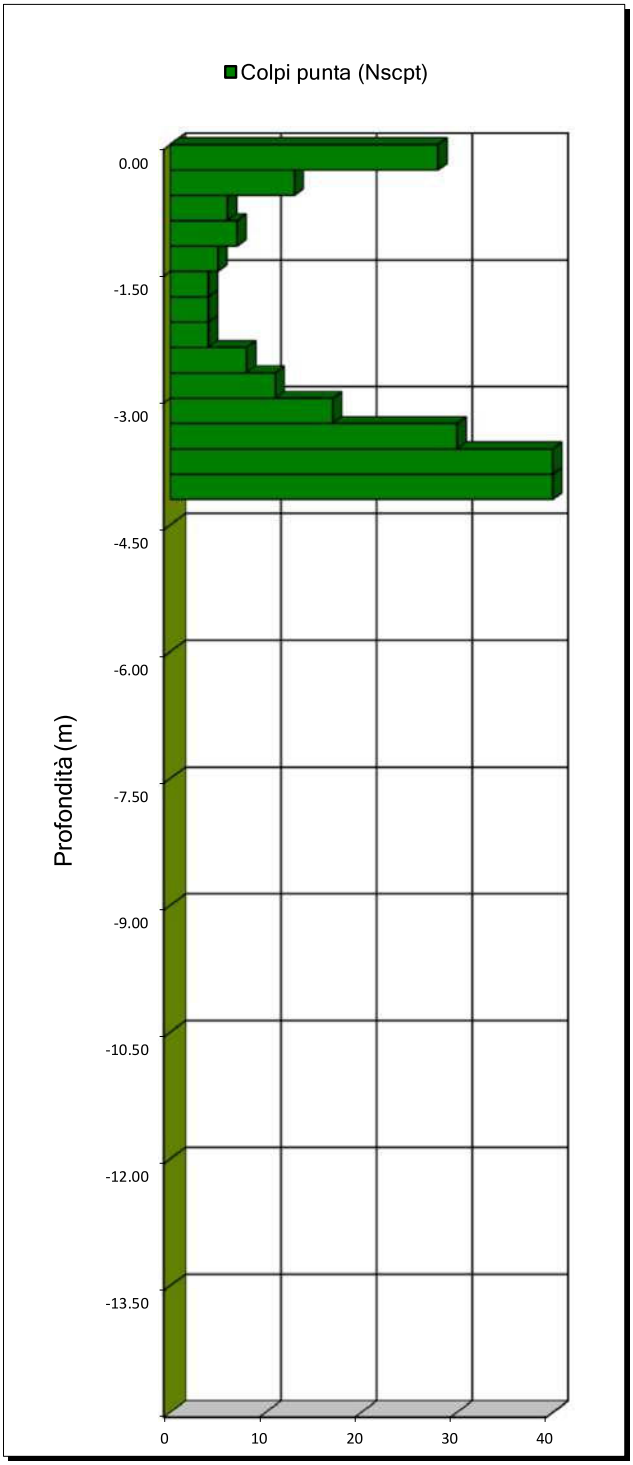
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Attrezzatura: Pagani 63/100

Committente: Belfin Capital

Sigla cantiere: L3712

Falda: non misurata



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	28
-0.30	-0.60	13
-0.60	-0.90	6
-0.90	-1.20	7
-1.20	-1.50	5
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	4
-2.10	-2.40	4
-2.40	-2.70	8
-2.70	-3.00	11
-3.00	-3.30	17
-3.30	-3.60	30
-3.60	-3.90	40
-3.90	-4.20	100
-4.20	-4.50	
-4.50	-4.80	
-4.80	-5.10	
-5.10	-5.40	
-5.40	-5.70	
-5.70	-6.00	
-6.00	-6.30	
-6.30	-6.60	
-6.60	-6.90	
-6.90	-7.20	
-7.20	-7.50	
-7.50	-7.80	
-7.80	-8.10	
-8.10	-8.40	
-8.40	-8.70	
-8.70	-9.00	
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova penetrometrica dinamica P20

Località: Sedriano (MI) Via Luigi Galvani

Data: 21/03/2025

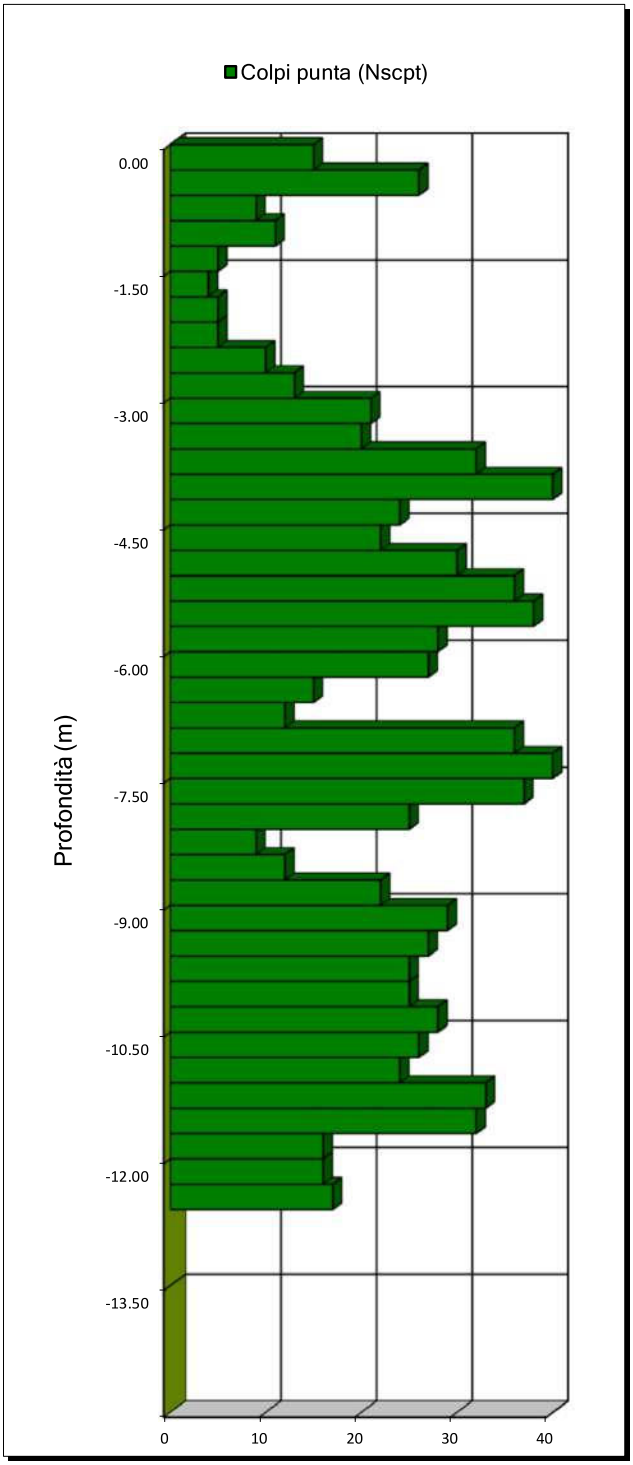
Ditta esecutrice: GeoArbor Studio

Sigla cantiere: L3712

Attrezzatura: Pagani 63/100

Falda: non misurata

Committente: Belfin Capital



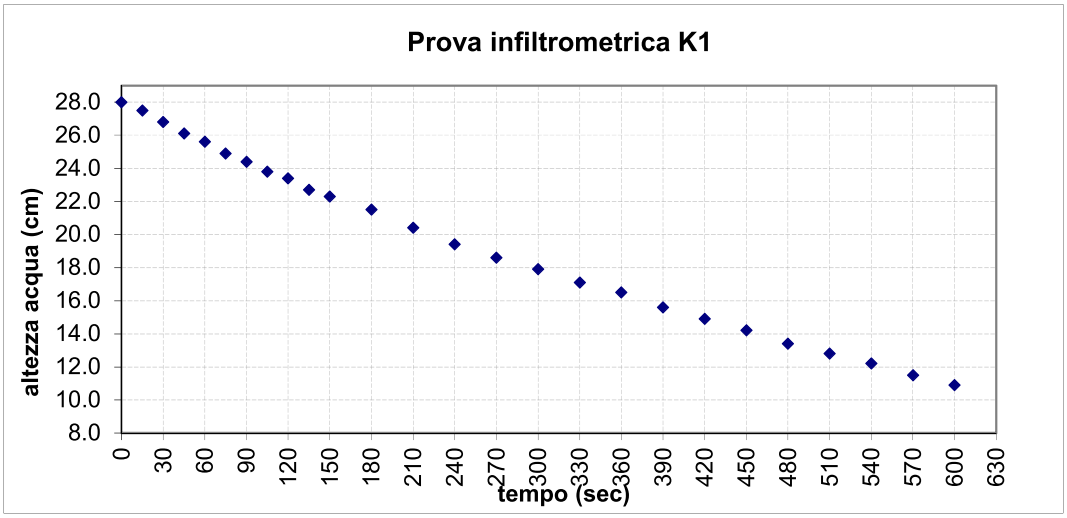
Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	15
-0.30	-0.60	26
-0.60	-0.90	9
-0.90	-1.20	11
-1.20	-1.50	5
-1.50	-1.80	4
-1.80	-2.10	5
-2.10	-2.40	5
-2.40	-2.70	10
-2.70	-3.00	13
-3.00	-3.30	21
-3.30	-3.60	20
-3.60	-3.90	32
-3.90	-4.20	44
-4.20	-4.50	24
-4.50	-4.80	22
-4.80	-5.10	30
-5.10	-5.40	36
-5.40	-5.70	38
-5.70	-6.00	28
-6.00	-6.30	27
-6.30	-6.60	15
-6.60	-6.90	12
-6.90	-7.20	36
-7.20	-7.50	41
-7.50	-7.80	37
-7.80	-8.10	25
-8.10	-8.40	9
-8.40	-8.70	12
-8.70	-9.00	22
-9.00	-9.30	29
-9.30	-9.60	27
-9.60	-9.90	25
-9.90	-10.20	25
-10.20	-10.50	28
-10.50	-10.80	26
-10.80	-11.10	24
-11.10	-11.40	33
-11.40	-11.70	32
-11.70	-12.00	16
-12.00	-12.30	16
-12.30	-12.60	17
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

Prova infiltrometrica K1

Località:Sedriano (MI) - Via Galvani
Minerva Italy Services srl
Data: 02/04/2025
Trincea esplorativa: **K1**
Profondità esecuzione prova: - 2.8 m dal p.c.

DATI	
Diametro infiltrometro (cm)	30.00
Sezione (cm^2)	706.500
Infissione (cm)	4
Altezza infitrometro (cm)	50
RISULTATI	
K media (m/s)	**5.20E-05**

MISURE						
Tempo	**Intervallo**	**Lettura livello idrico**	**Abbassamento**	**Velocità flusso**	**Gradiente**	**Permeabilità**
T progressivo (s)	**delta T (s)**	**h (cm)**	**delta h (cm)**	**v (cm/s)**	**i**	**K (cm/s)**
0	-	28.0	-	-	-	-
15	15	27.5	0.50	0.03333	7.88	0.00423
30	15	26.8	0.70	0.04667	7.70	0.00606
45	15	26.1	0.70	0.04667	7.53	0.00620
60	15	25.6	0.50	0.03333	7.40	0.00450
75	15	24.9	0.70	0.04667	7.23	0.00646
90	15	24.4	0.50	0.03333	7.10	0.00469
105	15	23.8	0.60	0.04000	6.95	0.00576
120	15	23.4	0.40	0.02667	6.85	0.00389
135	15	22.7	0.70	0.04667	6.68	0.00699
150	15	22.3	0.40	0.02667	6.58	0.00406
180	30	21.5	0.80	0.02667	6.38	0.00418
210	30	20.4	1.10	0.03667	6.10	0.00601
240	30	19.4	1.00	0.03333	5.85	0.00570
270	30	18.6	0.80	0.02667	5.65	0.00472
300	30	17.9	0.70	0.02333	5.48	0.00426
330	30	17.1	0.80	0.02667	5.28	0.00506
360	30	16.5	0.60	0.02000	5.13	0.00390
390	30	15.6	0.90	0.03000	4.90	0.00612
420	30	14.9	0.70	0.02333	4.73	0.00494
450	30	14.2	0.70	0.02333	4.55	0.00513
480	30	13.4	0.80	0.02667	4.35	0.00613
510	30	12.8	0.60	0.02000	4.20	0.00476
540	30	12.2	0.60	0.02000	4.05	0.00494
570	30	11.5	0.70	0.02333	3.88	0.00602
600	30	10.9	0.60	0.02000	3.73	0.00537

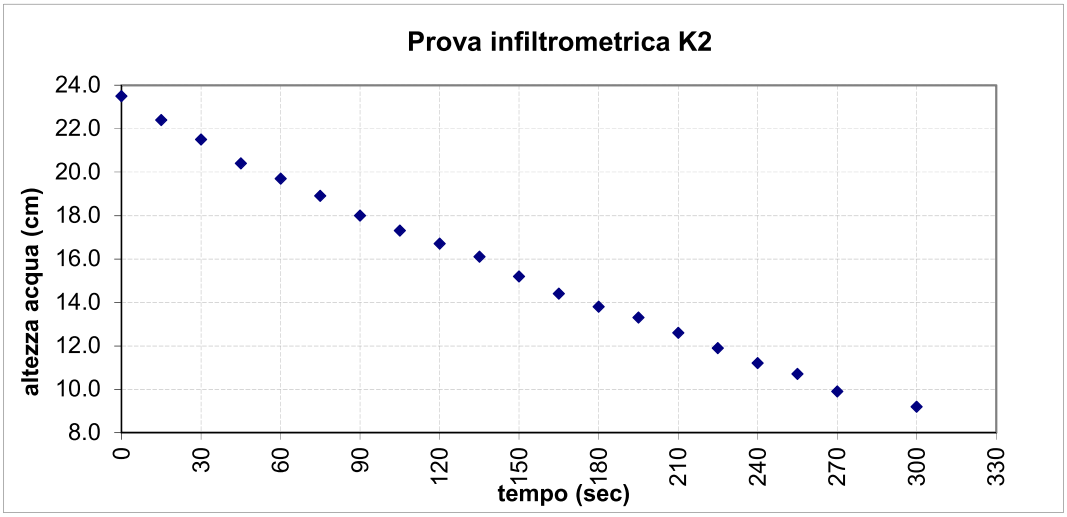


Prova infiltrometrica K2

Località:Sedriano (MI) - Via Galvani
Minerva Italy Services srl
Data: 02/04/2025
Trincea esplorativa: **K2**
Profondità esecuzione prova: - 2.8 m dal p.c.

DATI	
Diametro infiltrometro (cm)	30.00
Sezione (cm^2)	706.500
Infissione (cm)	3
Altezza infitrometro (cm)	50
RISULTATI	
K media (m/s)	**8.04E-05**

MISURE						
Tempo	**Intervallo**	**Lettura livello idrico**	**Abbassamento**	**Velocità flusso**	**Gradiente**	**Permeabilità**
T progressivo (s)	**delta T (s)**	**h (cm)**	**delta h (cm)**	**v (cm/s)**	**i**	**K (cm/s)**
0	-	23.5	-	-	-	-
15	15	22.4	1.10	0.07333	8.47	0.00866
30	15	21.5	0.90	0.06000	8.17	0.00735
45	15	20.4	1.10	0.07333	7.80	0.00940
60	15	19.7	0.70	0.04667	7.57	0.00617
75	15	18.9	0.80	0.05333	7.30	0.00731
90	15	18.0	0.90	0.06000	7.00	0.00857
105	15	17.3	0.70	0.04667	6.77	0.00690
120	15	16.7	0.60	0.04000	6.57	0.00609
135	15	16.1	0.60	0.04000	6.37	0.00628
150	15	15.2	0.90	0.06000	6.07	0.00989
165	15	14.4	0.80	0.05333	5.80	0.00920
180	15	13.8	0.60	0.04000	5.60	0.00714
195	15	13.3	0.50	0.03333	5.43	0.00613
210	15	12.6	0.70	0.04667	5.20	0.00897
225	15	11.9	0.70	0.04667	4.97	0.00940
240	15	11.2	0.70	0.04667	4.73	0.00986
255	15	10.7	0.50	0.03333	4.57	0.00730
270	15	9.9	0.80	0.05333	4.30	0.01240
300	30	9.2	0.70	0.02333	4.07	0.00574

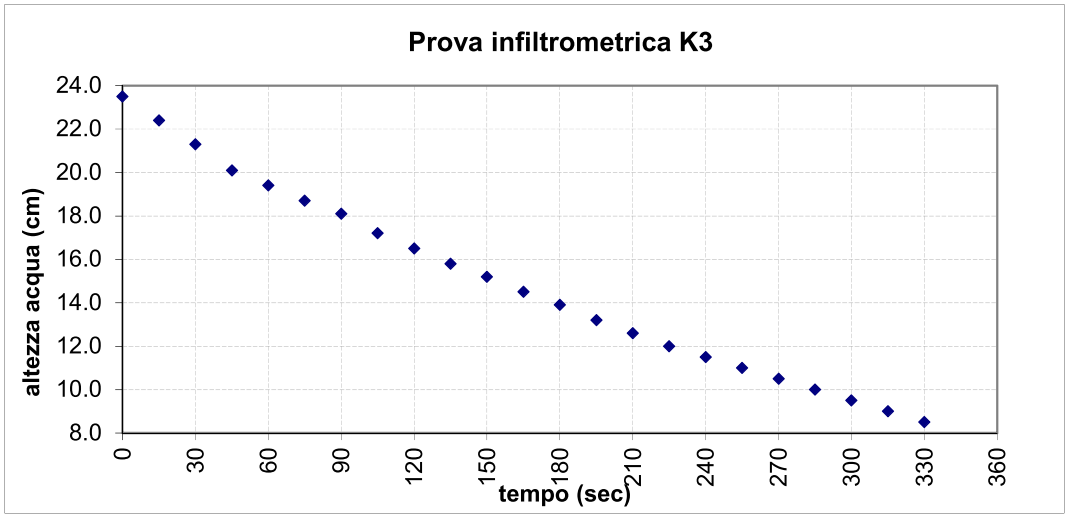


Prova infiltrometrica K3

Località:Sedriano (MI) - Via Galvani
Minerva Italy Services srl
Data: 02/04/2025
Trincea esplorativa: **K3**
Profondità esecuzione prova: - 2.8 m dal p.c.

DATI	
Diametro infiltrometro (cm)	30.00
Sezione (cm^2)	706.500
Infissione (cm)	6
Altezza infitrometro (cm)	50
RISULTATI	
K media (m/s)	**1.31E-04**

MISURE						
Tempo	**Intervallo**	**Lettura livello idrico**	**Abbassamento**	**Velocità flusso**	**Gradiente**	**Permeabilità**
T progressivo (s)	**delta T (s)**	**h (cm)**	**delta h (cm)**	**v (cm/s)**	**i**	**K (cm/s)**
0	-	23.5	-	-	-	-
15	15	22.4	1.10	0.07333	4.73	0.01549
30	15	21.3	1.10	0.07333	4.55	0.01612
45	15	20.1	1.20	0.08000	4.35	0.01839
60	15	19.4	0.70	0.04667	4.23	0.01102
75	15	18.7	0.70	0.04667	4.12	0.01134
90	15	18.1	0.60	0.04000	4.02	0.00996
105	15	17.2	0.90	0.06000	3.87	0.01552
120	15	16.5	0.70	0.04667	3.75	0.01244
135	15	15.8	0.70	0.04667	3.63	0.01284
150	15	15.2	0.60	0.04000	3.53	0.01132
165	15	14.5	0.70	0.04667	3.42	0.01366
180	15	13.9	0.60	0.04000	3.32	0.01206
195	15	13.2	0.70	0.04667	3.20	0.01458
210	15	12.6	0.60	0.04000	3.10	0.01290
225	15	12.0	0.60	0.04000	3.00	0.01333
240	15	11.5	0.50	0.03333	2.92	0.01143
255	15	11.0	0.50	0.03333	2.83	0.01176
270	15	10.5	0.50	0.03333	2.75	0.01212
285	15	10.0	0.50	0.03333	2.67	0.01250
300	15	9.5	0.50	0.03333	2.58	0.01290
315	15	9.0	0.50	0.03333	2.50	0.01333
330	15	8.5	0.50	0.03333	2.42	0.01379

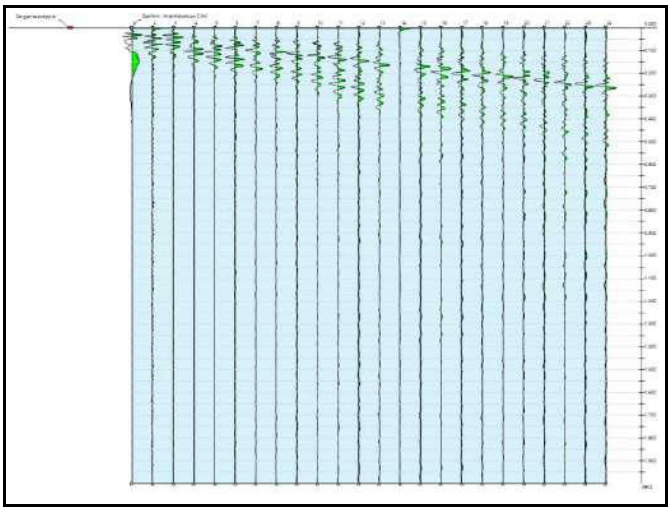


GeoArbor Studio

Riassunto interpretazione MASW 1

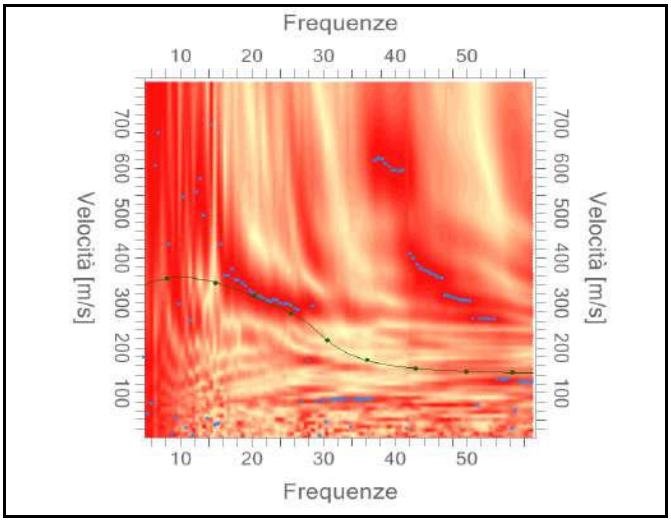
Cantiere	
Data	**26 marzo 2025**
Comune	**Sedriano**
Provincia	**MI**
Via	**Galvani**
Committente	**Belfin Capital**

Stendimento sismico	
N. tracce	**24**
Durata acquisizione [msec]	**2000**
Interdistanza geofoni [m]	**2**
Periodo di campionamento [msec]	**1**



Analisi spettrale	
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	**5**
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	**60**
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	**1**
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	**800**
Intervallo velocità [m/sec]	**1**

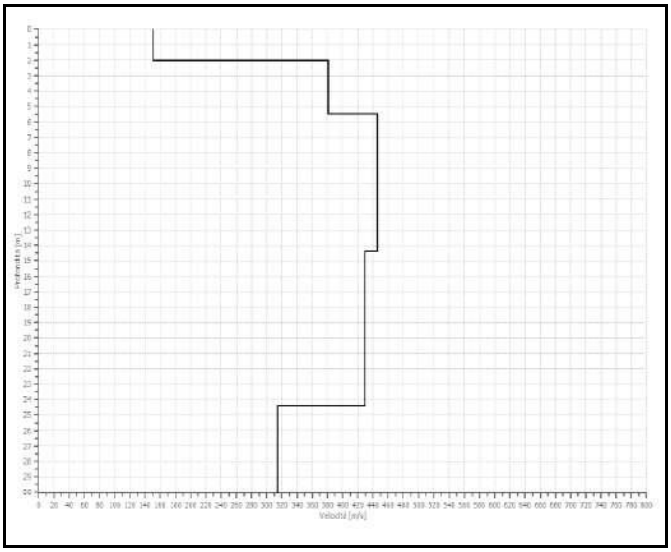
Curva di dispersione misurata	●
Curva interpolante	■
Curva teorica	——



Risultati analisi sismica	
Intervallo stratigrafico [m. da p.c.]	**0 - 30**
Vs eq [m/sec]	**358.7**
Categoria di suolo	**C**

Profilo di velocità sismica

Prof. da [m]	Prof. a [m]	Vs calcolata [m/sec]
0.0	2.1	151.1
2.1	5.5	380.7
5.5	14.4	446.0
14.4	24.4	429.4
24.4	30.0	314.7

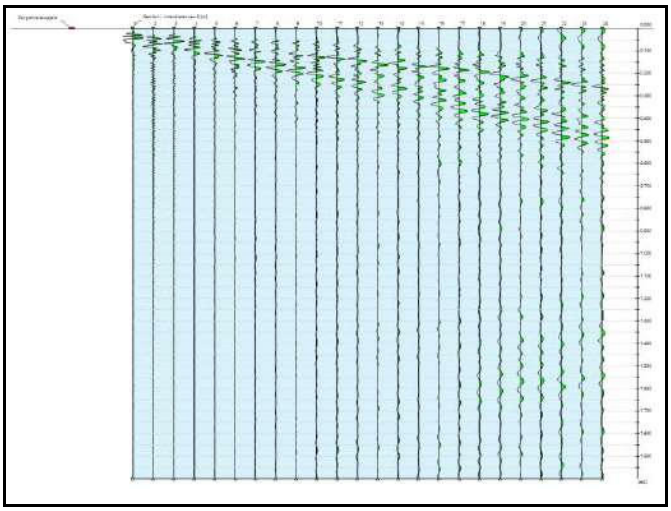


GeoArborStudio

Riassunto interpretazione MASW 2

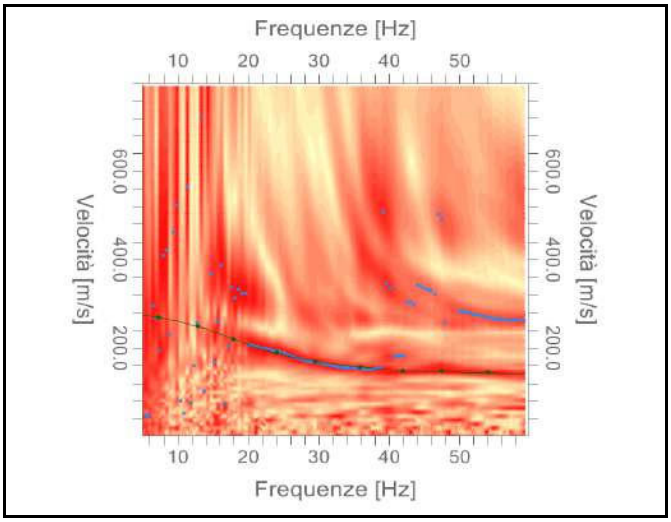
Cantiere	
Data	**27 marzo 2025**
Comune	**Sedriano**
Provincia	**MI**
Via	**Galvani**
Committente	**Belfin Capital**

Stendimento sismico	
N. tracce	**24**
Durata acquisizione [msec]	**2000**
Interdistanza geofoni [m]	**2**
Periodo di campionamento [msec]	**1**



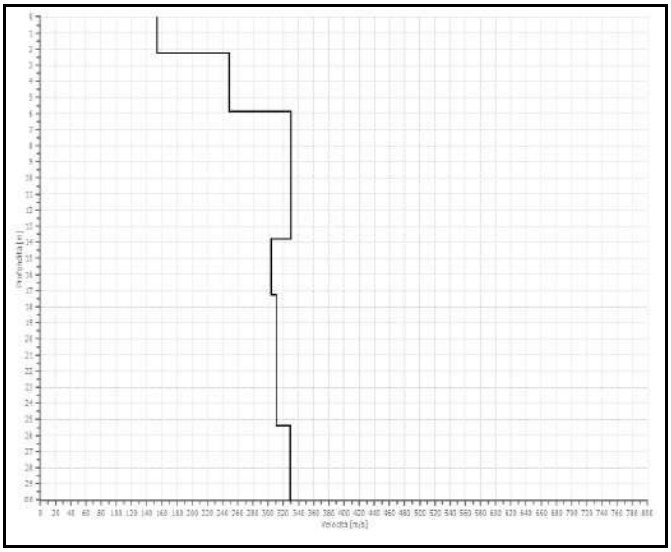
Analisi spettrale	
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	**5**
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	**60**
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	**1**
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	**800**
Intervallo velocità [m/sec]	**1**

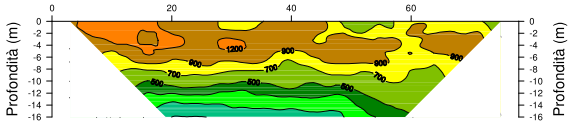
Curva di dispersione misurata	●
Curva interpolante	■
Curva teorica	——



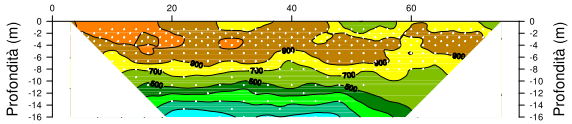
Risultati analisi sismica	
Intervallo stratigrafico [m. da p.c.]	**0 - 30**
Vs eq [m/sec]	**286.3**
Categoria di suolo	**C**

Profilo di velocità sismica		
Prof. da [m]	**Prof. a [m]**	**Vs calcolata [m/sec]**
0.0	2.3	153.5
2.3	5.9	248.3
5.9	13.8	330.4
13.8	17.3	303.9
17.3	25.4	311.3
25.4	30.0	329.3

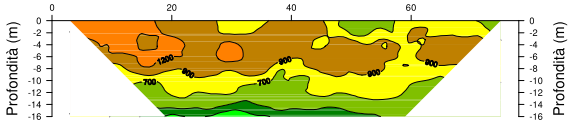




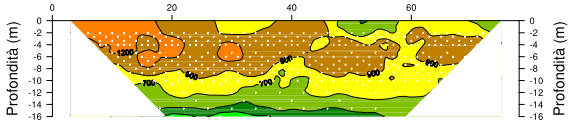
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



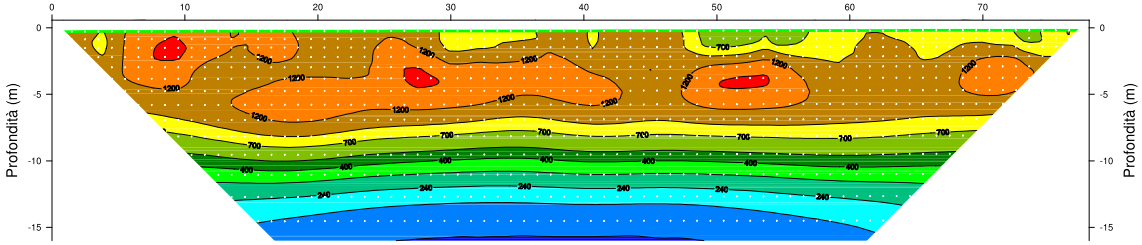
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



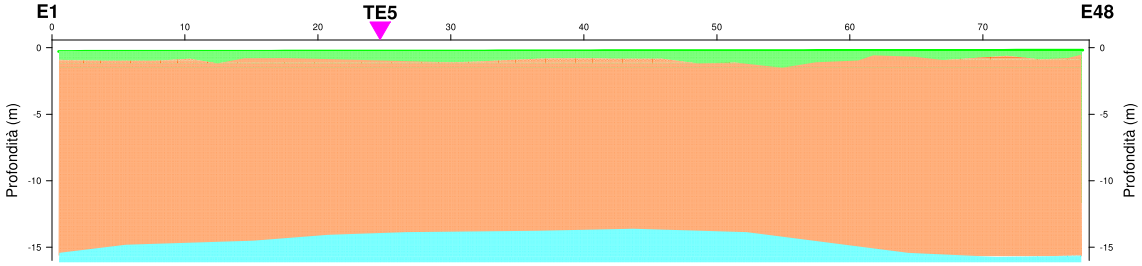
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



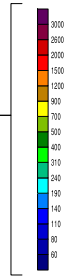
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b
Elettrodi: 48
Energizzazione: 200W
Elaborazione 2D: Res2dInv
Valori di resistività validi = 739
Errore di inversione (res.) = 3,5%

LEGENDA

Unità moderatamente resistiva, associata a coltre aerata e terreni agricoli.

Unità resistiva, associata a sabbie e ghiaie.

Unità relativamente conduttiva, associata a limi e sabbie fini.

Scala 1:400

INDAGINE GEOELETTRICA

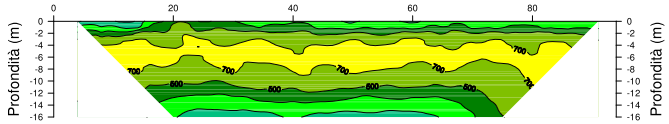
SEDRIANO (MI)

GeoArborStudio

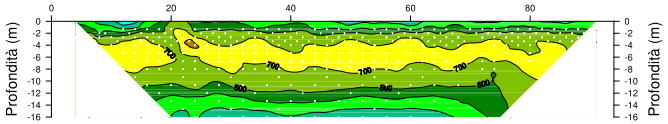
Studio Stratigrafico

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D
SEZIONE TE 1 (177)

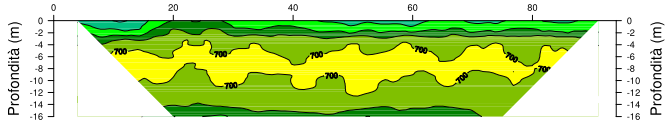
All.2/a	**Aprile 2025**	



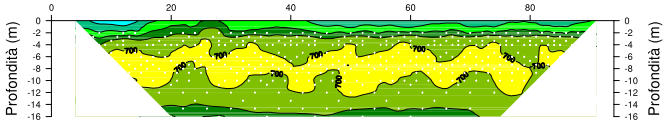
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



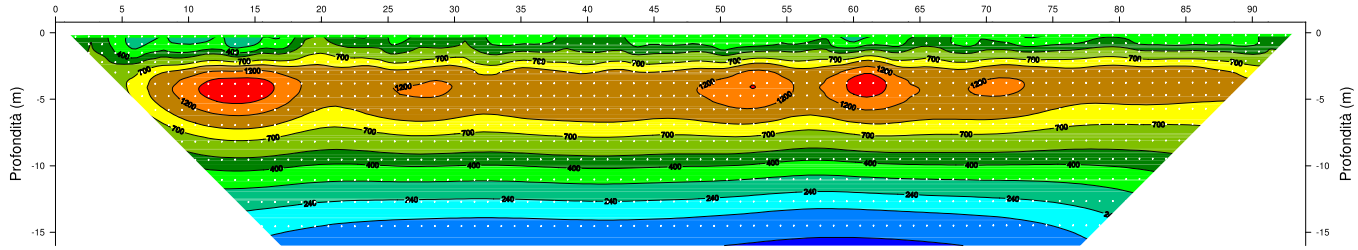
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



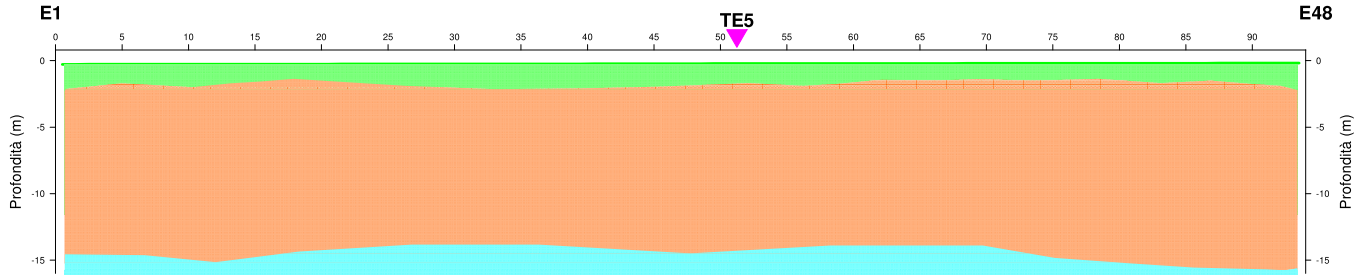
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



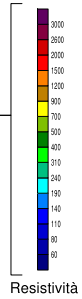
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b
Elettrodi: 48
Energizzazione: 200W
Elaborazione 2D: Res2dInv
Valori di resistività validi = 845
Errore di inversione (res.) = 4,5%

LEGENDA

Unità moderatamente resistiva, associata a coltre aerata e terreni agricoli.

Unità resistiva, associata a sabbie e ghiaie.

Unità relativamente conduttiva, associata a limi e sabbie fini.

Scala 1:400

INDAGINE GEOELETTRICA

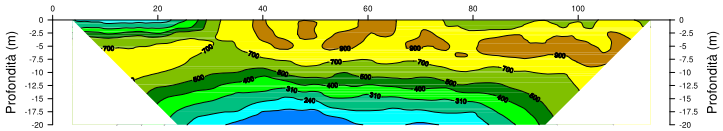
SEDRIANO (MI)

GeoArborStudio

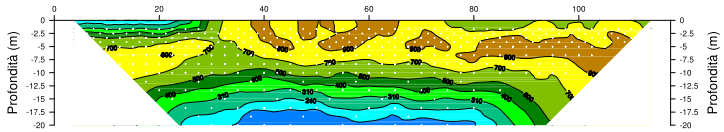
Studio Stratigrafico

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D
SEZIONE TE 2 (178)

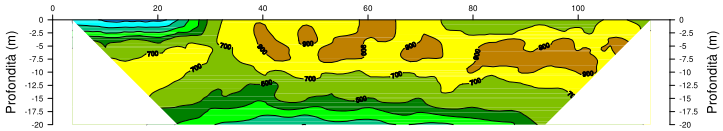
All.2/b	**Aprile 2025**	



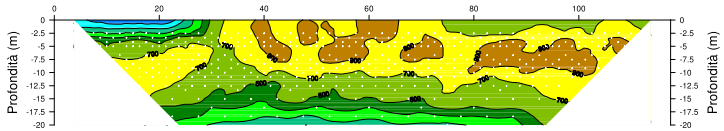
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



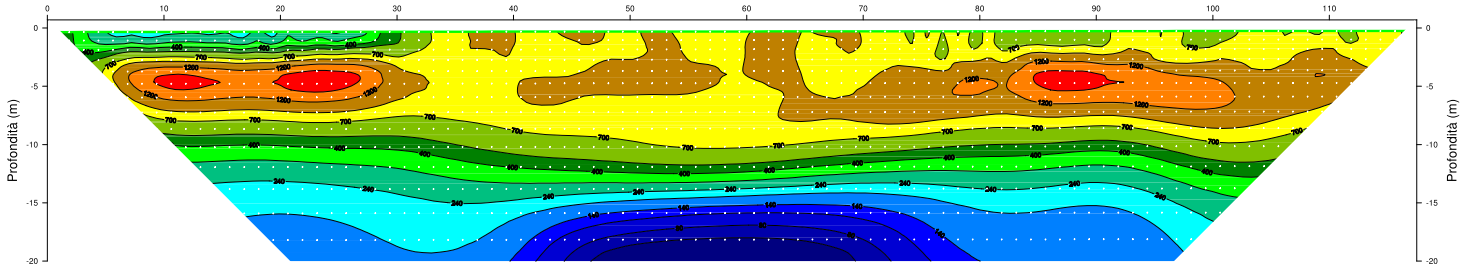
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



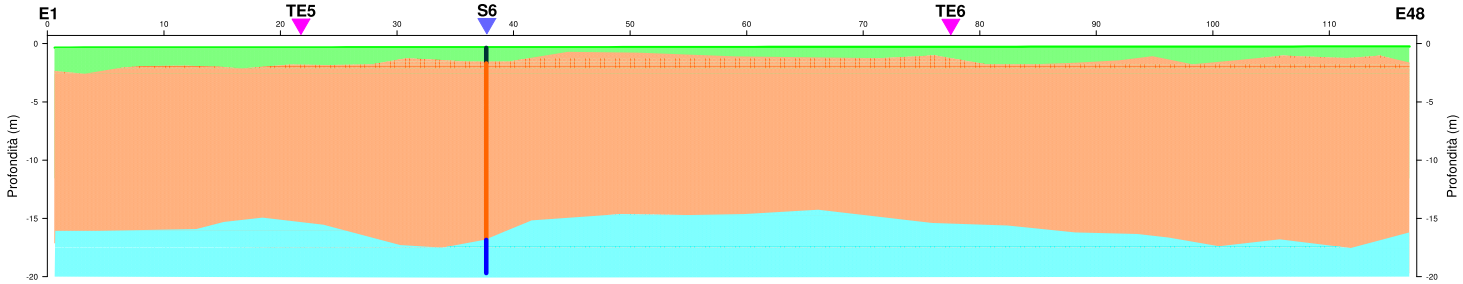
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



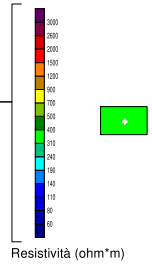
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b
Elettrodi: 48
Energizzazione: 200W
Elaborazione 2D: Res2dInv
Valori di resistività validi = 943
Errore di inversione (res.) = 3,3%

LEGENDA

Unità moderatamente resistiva, associata a coltre aerata e terreni agricoli.

Unità resistiva, associata a sabbie e ghiaie.

Unità relativamente conduttiva, associata a limi e sabbie fini.

Scala 1:400

INDAGINE GEOELETTRICA

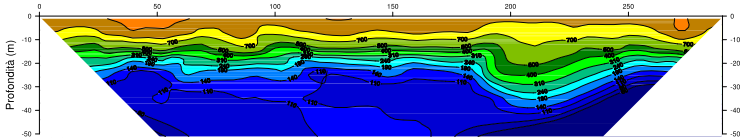
SEDRIANO (MI)

GeoArborStudio

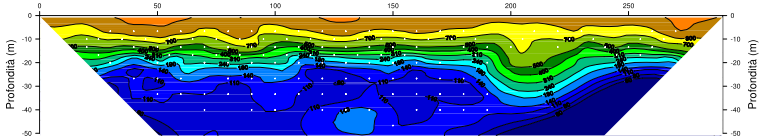
Studio Stratigrafico

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D SEZIONE TE 4 (172)

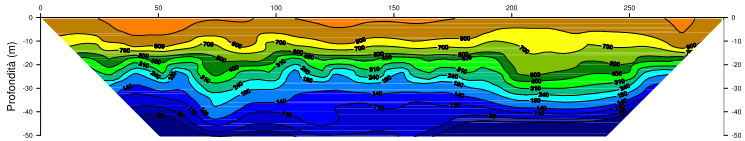
All.2/d	**Aprile 2025**	



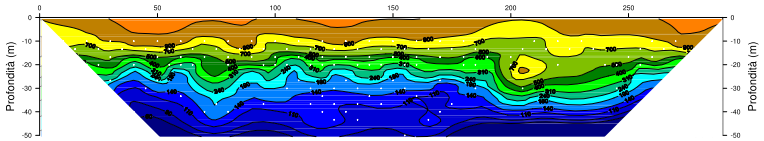
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



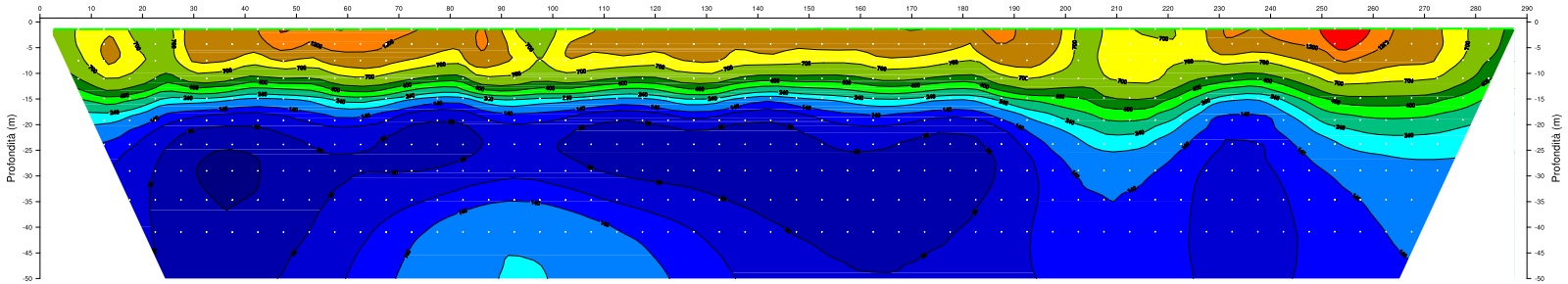
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



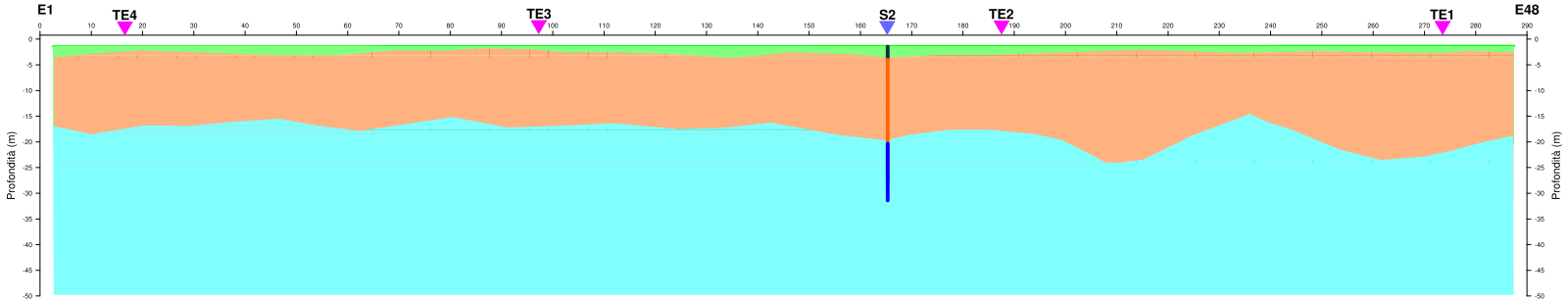
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



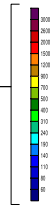
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b
Elettrodi: 48
Energizzazione: 200W
Elaborazione 2D: Res2dInv
Valori di resistività validi = 295
Errore di inversione (res.) = 13,9%

LEGENDA

Unità moderatamente resistiva, associata a coltre aerata e terreni agricoli.

Unità resistiva, associata a sabbie e ghiaie.

Unità relativamente conduttiva, associata a limi e sabbie fini.

Scala 1:750

INDAGINE GEOELETTRICA

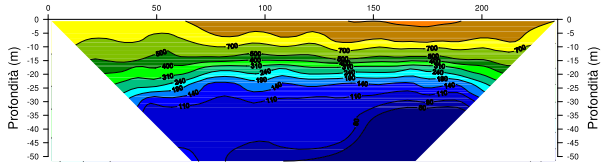
SEDRIANO (MI)

GeoArborStudio

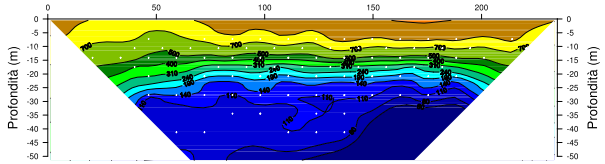
Studio Stratigrafico

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D
SEZIONE TE 5 (175)

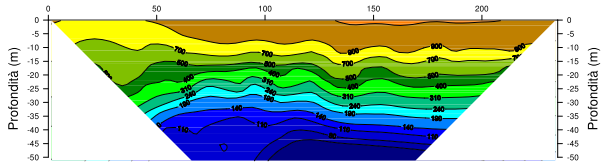
All.2/e	**Aprile 2025**	



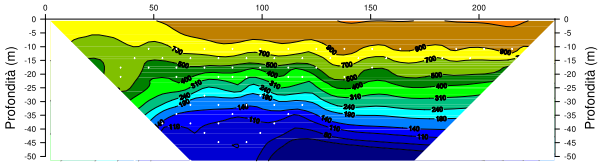
Resistività apparenti calcolate - dipoli diretti



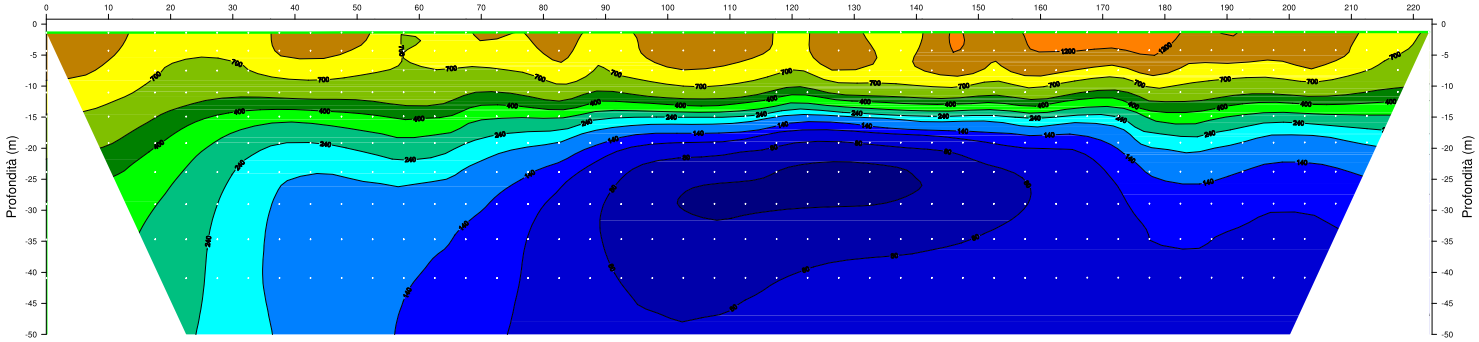
Resistività apparenti misurate - dipoli diretti



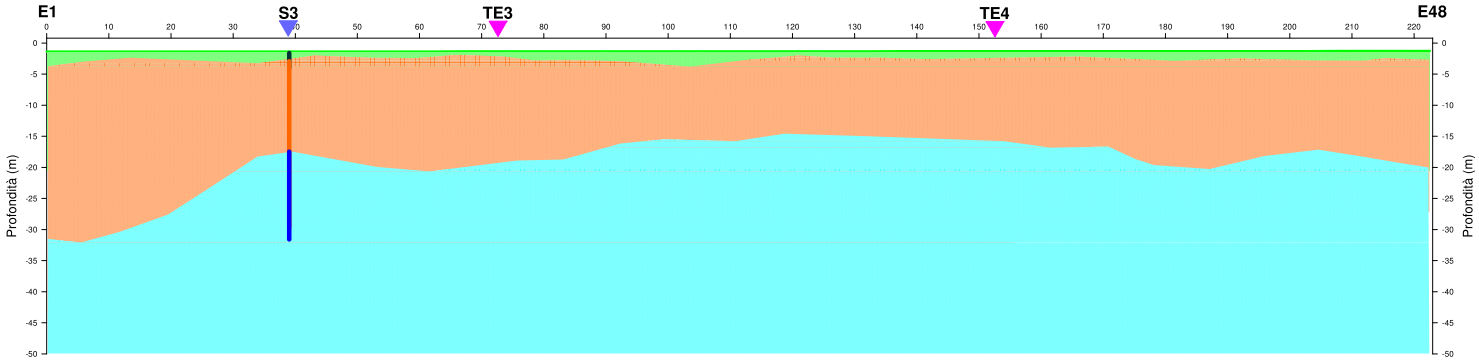
Resistività apparenti calcolate - dipoli inversi



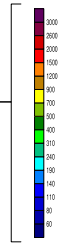
Resistività apparenti misurate - dipoli inversi



Modello di resistività reali del terreno



Interpretazione del modello di resistività



Resistività (ohm*m)

Misure di resistività apparente e valori di resistività reale

Strumento: EEG AL48b
Elettrodi: 48
Energizzazione: 200W
Elaborazione 2D: Res2dInv
Valori di resistività validi = 172
Errore di inversione (res.) = 5,5%

LEGENDA

Unità moderatamente resistiva, associata a terreni aerati eterogenei di copertura.

Unità molto resistiva, associata a sabbie grossolane, ghiaie e ciottoli.

Unità moderatamente conduttiva, associata probabilmente a sabbie e ghiaie in falda.

Scala 1:750

INDAGINE GEOELETTRICA

SEDRIANO (MI)

GeoArborStudio

Studio Stratigrafico

SEZIONI GEOELETTRICHE 2D SEZIONE TE 6 (176)

All.2/f	Aprile 2025	

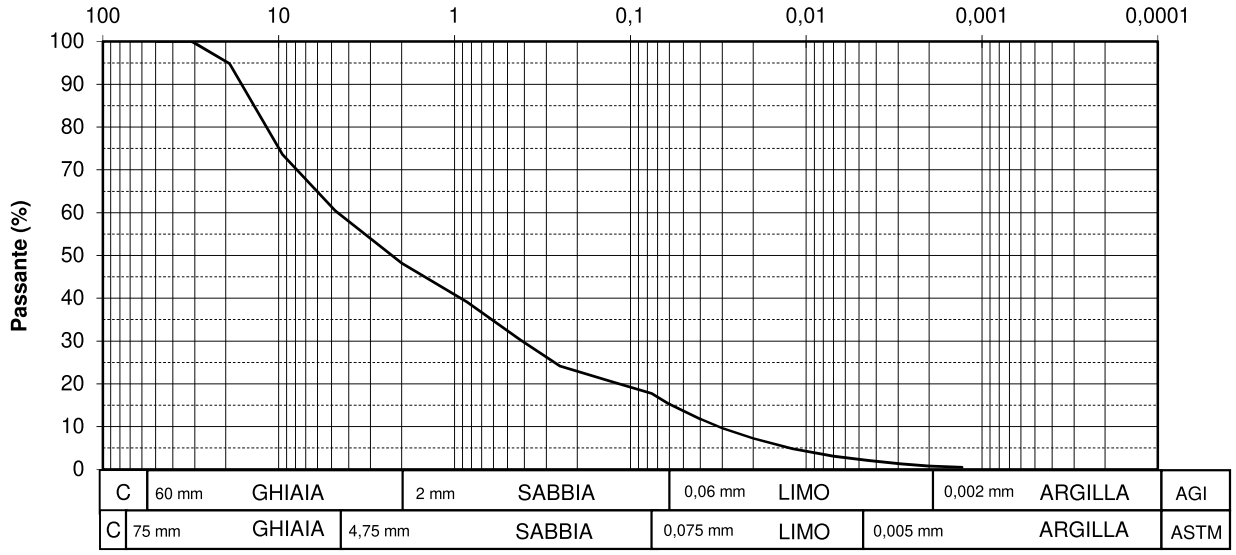
ANALISI GRANULOMETRICA

per setacciatura e sedimentazione

ASTM D422 - RACCOMANDAZIONI A.G.I.

dal 1984 A.L.G.I.

Committente:	**GeoArbor Studio**	Località :	**Via Galvani, Sedriano (MI)**	Data emissione:	**27/05/2025**
Provenienza	**L3712 - S7**	Campione n°:	**A (rimaneggiato)**	Profondità:	
Rapporto di Prova n°:	**84/25GD**			Sperimentatore:	**Dr.M. Bertasa**



SETACCIATURA				AEROMETRIA	
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante
100	0,00	100,00	0,00	0,06	15,25
37,5	0,00	100,00	0,00	0,04	11,77
19	5,20	94,80	5,20	0,03	9,63
9,52	26,38	73,62	21,17	0,02	7,22
4,75	39,59	60,41	13,21	0,012	4,82
2	51,80	48,20	12,21	0,007	3,08
0,85	60,88	39,12	9,07	0,0045	2,14
0,425	69,65	30,35	8,78	0,0029	1,34
0,25	75,88	24,12	6,23	0,002	0,80
0,125	79,62	20,38	3,74	0,0013	0,54
0,075	82,34	17,66	2,72		
< 0.075	100,00	0,00	17,66		

DIAMETRO mm		
Diametro massimo	D max	31,1
Diametro passante 60%	D_{60}	4,6
Diametro passante 50%	D_{50}	2,2
Diametro passante 30%	D_{30}	0,41
Diametro passante 10%	D_{10}	0,031
COEFFICIENTI		
UNIFORMITA'	D_{60} / D_{10} U =	1,5E+02
CURVATURA	$D_{30}^2 / D_{60}*D_{10}$ C =	1,2E+00
PERMEAB. (cm/sec)	D_{10}^2 K =	9,6E-04
PARAMETRI DETERMINATI		
PESO DI VOL. γ naturale	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ secco	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ saturo	(g/cm^3)	
SATURAZIONE %	S_r	
INDICE DEI VUOTI	ε_0	
POROSITA'	n	
PESO SPEC.(valore assunto) Gs		
UMIDITA' CAMPIONE %	Wn	14,51
CLASSIFICAZIONI		
CNR UNI 11531-1:		

A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	51,80
SABBIA :	32,95
LIMO :	14,45
ARGILLA :	0,80
DENOMINAZIONE A.G.I.:	
ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)	

ASTM CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	39,59
SABBIA :	42,75
LIMO :	15,33
ARGILLA :	2,33
DENOMINAZIONE ASTM.:	
sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa	

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

Laboratorio con sistema di gestione per la Qualità conforme alle norme ISO 9001:2015 certificato n. N3275 23 Q

NOTE - OSSERVAZIONI
Campione rimaneggiato in barattoli
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio poptrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

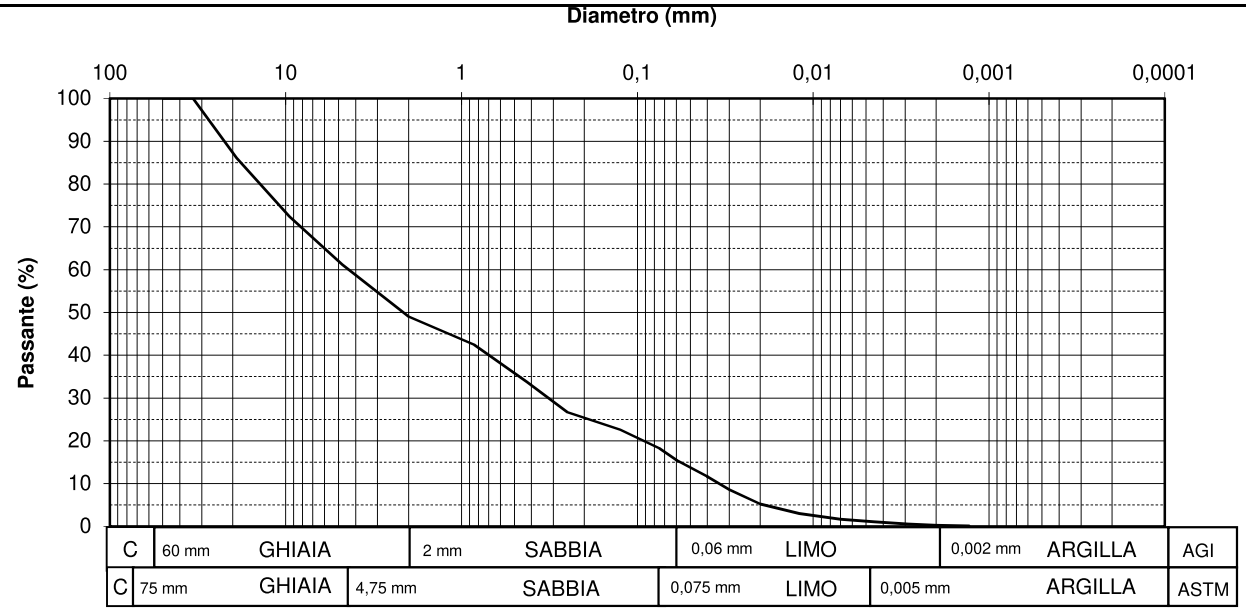
ANALISI GRANULOMETRICA

per setacciatura e sedimentazione

ASTM D422 - RACCOMANDAZIONI A.G.I.

dal 1984 A.L.G.I.

Committente:	**GeoArbor Studio**	Località :	**Via Galvani, Sedriano (MI)**	Data emissione:	**27/05/2025**
Provenienza	**L3712 - K1**	Campione n°:	**B (rimaneggiato)**	Profondità:	**0,0 - 1,0 m**
Rapporto di Prova n°:	**85/25GD**			Sperimentatore:	**Dr.M. Bertasa**



SETACCIATURA				AEROMETRIA	
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante
100	0,00	100,00	0,00	0,06	15,51
37,5	0,00	100,00	0,00	0,04	11,63
19	13,90	86,10	13,90	0,03	8,58
9,52	27,56	72,44	13,66	0,02	5,26
4,75	38,81	61,19	11,25	0,012	3,05
2	50,94	49,06	12,13	0,007	1,66
0,85	57,50	42,50	6,57	0,0045	1,11
0,425	66,21	33,79	8,70	0,0029	0,55
0,25	73,30	26,70	7,09	0,002	0,28
0,125	77,40	22,60	4,10	0,0013	0,14
0,075	81,72	18,28	4,33		
< 0.075	100,00	0,00	18,28		

DIAMETRO mm		
Diametro massimo	D max	33,6
Diametro passante 60%	D_{60}	4,2
Diametro passante 50%	D_{50}	2,1
Diametro passante 30%	D_{30}	0,31
Diametro passante 10%	D_{10}	0,033
COEFFICIENTI		
UNIFORMITA' D_{60} / D_{10}	U =	1,3E+02
CURVATURA $D_{30}^2 / D_{60}*D_{10}$	C =	6,9E-01
PERMEAB. (cm/sec) D_{10}^2	K =	1,1E-03
PARAMETRI DETERMINATI		
PESO DI VOL. γ naturale	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ secco	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ saturo	(g/cm^3)	
SATURAZIONE %	S_r	
INDICE DEI VUOTI	ε_0	
POROSITA'	n	
PESO SPEC.(valore assunto)	Gs	
UMIDITA' CAMPIONE %	Wn	11,30
CLASSIFICAZIONI		
CNR UNI 11531-1:		

A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	50,94
SABBIA :	33,56
LIMO :	15,23
ARGILLA :	0,28
DENOMINAZIONE A.G.I.:	
ghiaia con sabbia limosa (tracce di argilla)	

ASTM CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	38,81
SABBIA :	42,92
LIMO :	17,06
ARGILLA :	1,22
DENOMINAZIONE ASTM.:	
sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa	

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

Laboratorio con sistema di gestione per la Qualità conforme alle norme ISO 9001:2015 certificato n. N3275 23 Q

NOTE - OSSERVAZIONI
Campione rimaneggiato in barattoli
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio poptrebbe non corrispondere a quella naturale in sito

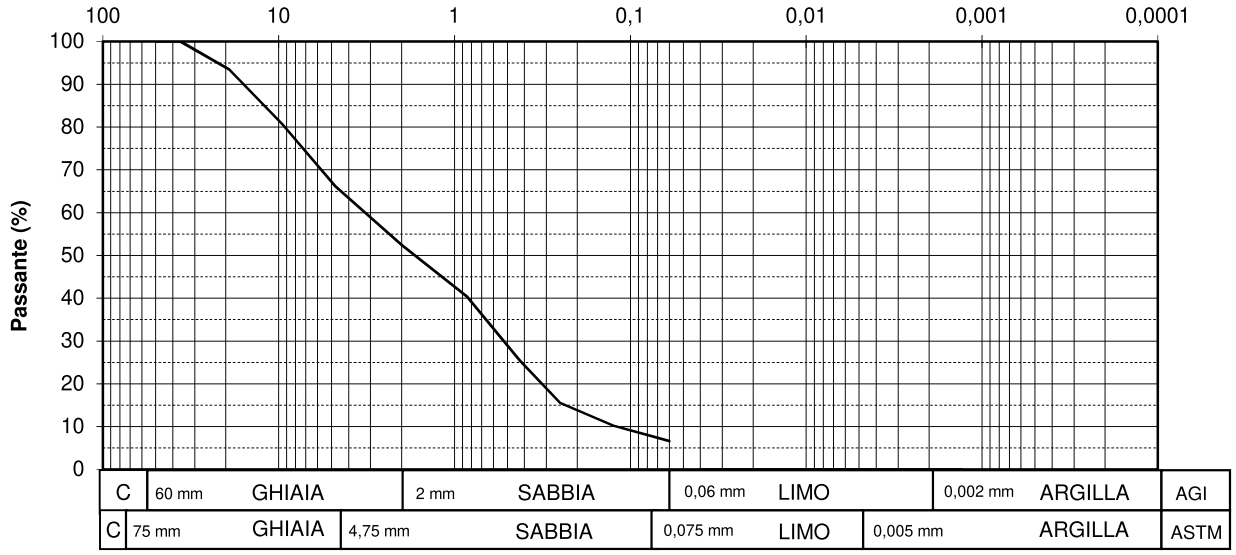
ANALISI GRANULOMETRICA

per setacciatura e sedimentazione

ASTM D422 - RACCOMANDAZIONI A.G.I.

dal 1984 A.L.G.I.

Committente:	**GeoArbor Studio**	Località :	**Via Galvani, Sedriano (MI)**	Data emissione:	**27/05/2025**
Provenienza	**L3712 - K1**	Campione n°:	**C (rimaneggiato)**	Profondità:	**1,0 - 2,0 m**
Rapporto di Prova n°:	**86/25GD**			Sperimentatore:	**Dr.M. Bertasa**



SETACCIATURA					
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante
100	0,00	100,00	0,00	0,06	6,57
37,5	0,00	100,00	0,00		
19	6,57	93,43	6,57		
9,52	19,35	80,65	12,78		
4,75	33,87	66,13	14,52		
2	47,52	52,48	13,65		
0,85	59,58	40,42	12,06		
0,425	74,59	25,41	15,01		
0,25	84,47	15,53	9,88		
0,125	89,73	10,27	5,25		
0,075	92,26	7,74	2,53		
< 0.075	100,00	0,00	7,74		

DIAMETRO mm		
Diametro massimo	D max	36,2
Diametro passante 60%	D_{60}	3,1
Diametro passante 50%	D_{50}	1,7
Diametro passante 30%	D_{30}	0,51
Diametro passante 10%	D_{10}	0,12
COEFFICIENTI		
UNIFORMITA' D_{60} / D_{10}	U =	2,6E+01
CURVATURA $D_{30}^2 / D_{60}*D_{10}$	C =	7,0E-01
PERMEAB. (cm/sec) D_{10}^2	K =	1,4E-02
PARAMETRI DETERMINATI		
PESO DI VOL. γ naturale	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ secco	(g/cm^3)	
PESO DI VOL. γ saturo	(g/cm^3)	
SATURAZIONE %	S_r	
INDICE DEI VUOTI	ε_0	
POROSITA'	n	
PESO SPEC.(valore assunto) Gs		
UMIDITA' CAMPIONE %	Wn	9,12
CLASSIFICAZIONI		
CNR UNI 11531-1:		

A.G.I. CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	47,52
SABBIA :	45,91
LIMO :	6,57
ARGILLA :	0,00
DENOMINAZIONE A.G.I.:	
ghiaia con sabbia debolmente limosa (tracce di argilla)	

ASTM CLASSE GRANULOMETRICA %	
CIOTTOLI:	
GHIAIA :	33,87
SABBIA :	58,39
LIMO :	7,74
ARGILLA :	0,00
DENOMINAZIONE ASTM.:	
sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa	

LABORATORIO ANALISI
L'ANALISTA

Laboratorio con sistema di gestione per la Qualità conforme alle norme ISO 9001:2015 certificato n. N3275 23 Q

NOTE - OSSERVAZIONI
Campione rimaneggiato in barattoli
Il valore dell'umidità del campione calcolata in Laboratorio poptrebbe non corrispondere a quella naturale in sito